

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Faculdade de Medicina
Programa de Pós-graduação em Ciências Médicas: Endocrinologia

**Associação entre o índice de qualidade da dieta e fatores de risco
cardiometabólico entre adolescentes: Estudo de Riscos
Cardiovasculares em Adolescentes (ERICA)**

Dissertação de Mestrado

Julianna do Amaral Ritter

Porto Alegre, 2020

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Faculdade de Medicina
Programa de Pós-graduação em Ciências Médicas: Endocrinologia

Julianna do Amaral Ritter

**Associação entre o índice de qualidade da dieta e fatores de risco
cardiometabólico entre adolescentes: Estudo de Riscos
Cardiovasculares em Adolescentes (ERICA)**

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Endocrinologia, à Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de Pós-Graduação em Ciências Médicas: Endocrinologia.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Beatriz D'Agord Schaan

Porto Alegre, 2020

Esta Dissertação de Mestrado será apresentada no formato exigido pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências Médicas: Endocrinologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Ela é constituída de: 1) Introdução; 2) Artigo original a ser submetido para publicação em periódico Qualis A na classificação da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES); 3) Considerações finais e perspectivas.

Dedico este trabalho à minha família e ao meu companheiro de vida, pelo amor e confiança constantemente depositados em mim.

AGRADECIMENTOS

Agradecer é a melhor forma de comemorar os grandes acontecimentos e de lembrar que nada se constrói sozinho.

A Deus, por guiar meus passos pelos melhores caminhos possíveis e por me ajudar a superar todas as dificuldades que surgiram no decorrer deste processo.

À Prof.^a Dr.^a Beatriz Schaan, por toda a confiança que depositou em mim desde que nos conhecemos. Por despertar em mim o amor pelo diabetes e pela pesquisa. Por me mostrar que sempre podemos fazer mais e melhor. Por cada desafio que me propôs, fazendo com que eu amadurecesse muito nesse processo. Hoje, eu entendo. Muito obrigada!

Ao Felipe, por toda a ajuda durante a execução desse trabalho e por incansavelmente esclarecer minhas dúvidas. Obrigada pelos ensinamentos e por me mostrar que o Stata pode ser amigável se tivermos paciência. Muito obrigada por todo o conhecimento compartilhado comigo.

Às amigas Karen, Nathalia e Tassia. Muito obrigada pela ajuda, amizade e pelo mates! A parceria e apoio de vocês foi imprescindível para que esse trabalho fosse realizado. Certamente esse processo teria sido árduo sem vocês. Minha eterna gratidão a grande amizade que construímos.

A todos os amigos e amigas que a Liga Interdisciplinar de Diabetes me proporcionou. Muito obrigada pela parceria, amizade e apoio. Levarei sempre comigo nossos bons momentos e espero que nossa amizade se fortaleça a cada dia.

Aos meus pais, Juliano e Míriam, por fazerem parte da minha vida e por me incentivarem a sempre dar o meu melhor em tudo que eu faço. Vocês são meus exemplos de vida, de caráter e de comprometimento. Obrigada por tanto!

Ao meu namorado e parceiro de vida, Mateus. Por todo o amor, parceria, incentivo e pela enorme paciência. Teu suporte foi essencial. Muito obrigada por ter segurado a barra junto comigo, mesmo diante das perdas e dificuldades que tivemos nesse período.

Ao meu irmão, Murillo, por indiretamente fazer com que eu me esforce mais a cada dia para poder servir de exemplo e mostrar que, independente de onde viermos, se nos dedicarmos, conseguiremos conquistar o que queremos.

A todos que, de alguma forma, contribuíram com a realização deste trabalho e tornaram essa jornada mais leve, o meu muito obrigada.

SUMÁRIO

Lista de Tabelas e Figuras.....	7
Lista de Abreviaturas e Siglas.....	9
Introdução.....	11
Objetivos	20
Referências bibliográficas	21
Artigo original - Association between diet quality index and cardiometabolic risk factors among adolescents: Study of Cardiovascular Risks in Adolescents (ERICA)...	29
Abstract	30
Introduction.....	31
Methods.....	32
Results.....	35
Discussion	36
Conclusion	39
Declarations	40
References.....	41
Considerações finais e perspectivas.....	50

TABELAS E FIGURAS

Tabela 1. Descrição dos índices de qualidade da dieta elaborados especificamente para adolescentes.....	28
--	-----------

Association between diet quality index and cardiometabolic risk factors among adolescents: Study of Cardiovascular Risks in Adolescents (ERICA)

Figure 1. Flowchart of eligible adolescents. ERICA, 2013-2014.	45
--	-----------

Table 1. Characteristics of study participants. ERICA, 2013-2014.	46
---	-----------

Table 2. Cardiometabolic markers and diet quality index for adolescents adapted for Brazilians (DQIA-BR) scores of study participants according to gender and the presence of overweight/obesity. ERICA 2013-2014. (n=36,956).....	47
---	-----------

Table 3. Association between diet quality index for adolescents adapted for Brazilians (DQIA-BR) and cardiometabolic markers of cardiovascular and diabetes risk among girls according to the presence of overweight/obesity. ERICA 2013-2014. (n=22,170).....	48
---	-----------

Table 4. Association between diet quality index for adolescents adapted for Brazilians (DQIA-BR) and cardiometabolic markers of cardiovascular	
---	--

and diabetes risk among boys according to the presence of
overweight/obesity. ERICA 2013-2014. (n=14,786). **49**

ABREVIATURAS E SIGLAS

AHEI	Alternative healthy eating index
ACARFS	Australian child and adolescent recommended food score
BMI	Body mass index
CI	Confidence interval
DCNT	Doenças crônicas não transmissíveis
DQI	Diet quality index
DQI-A	Diet quality index adapted for adolescents
DQIA-BR	Diet quality index for adolescents adapted for Brazilians
ERICA	Estudo de Riscos Cardiovasculares em Adolescentes
HbA1c	Glycated hemoglobin
HDL-c	High density lipoprotein-cholesterol
HEI	Healthy Eating Index
HELENA	Healthy lifestyle in Europe by nutrition in adolescence
HOMA-IR	Homeostatic model assessment
HuSKY	Healthy nutrition score for kids and youth
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IC95%	Intervalo de confiança de 95%
IQD	Índice de qualidade da dieta
IQDA-BR	Índice de qualidade da dieta adaptado para adolescentes brasileiros
IQD-R	Índice de qualidade da dieta revisado
LDL-c	Low density lipoprotein-cholesterol
mHEI	Modified healthy eating index
NZDQI-A	New Zealand diet quality index for adolescents
OMS	Organização Mundial da Saúde
PDA	Personal digital assistant
PeNSE	Pesquisa Nacional de Saúde do Escolar
PMF	Projeto Médico de Família
POF	Pesquisa de Orçamentos Familiares
R24h	Recordatório alimentar de 24 horas

RC-DQI	Revised children's diet quality index
SM	Síndrome metabólica
YHEI	Youth healthy eating index

INTRODUÇÃO

A Organização Mundial de Saúde (OMS) define a adolescência como o período de transição entre a infância e a vida adulta, que abrange a faixa etária de 10 a 19 anos, e é caracterizado por importantes transformações físicas e biológicas (1). No Brasil, dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) mostraram que, no ano de 2010, 17% da população brasileira era composta por adolescentes (2). A estimativa para o ano de 2020 é de que o total de adolescentes brasileiros chegue a 30 milhões (2).

A adolescência é um período de crescimento rápido, que envolve importantes mudanças fisiológicas, neurológicas, sexuais e comportamentais (3). Entre as principais mudanças desse período, destacam-se as alterações hormonais. Os hormônios sexuais pubertários e os hormônios do crescimento são produzidos em maior quantidade, estimulando o crescimento esquelético e a maturação sexual desses indivíduos (3), refletindo diretamente no aumento de massa óssea e muscular, volume sanguíneo e órgãos (4). Além da maturação dos órgãos sexuais e do crescimento, as alterações hormonais da puberdade também se manifestam modificando o metabolismo. Nessa fase, as alterações metabólicas ocorrem rápida e dinamicamente, e refletem em diversos parâmetros de saúde, como regulação hormonal (5), variações na proporção e distribuição da gordura corporal (6), modificações de marcadores cardiometabólicos (7) e aumento da resistência à insulina (8), principalmente entre as meninas (9).

Paralelamente às mudanças fisiológicas, os adolescentes são expostos a inúmeras modificações ambientais, emocionais e sociais. Novos hábitos, preferências e experiências dessa fase repercutem sobre a vida atual e futura desses indivíduos, modificando aspectos relacionados a valores, saúde individual, desenvolvimento psicossocial e, inclusive, à alimentação (10). Esta fase de mudanças associada a um estilo de vida pouco saudável, tem feito com que doenças antes observadas somente em adultos sejam observadas em uma população cada vez mais jovem (11, 12).

Embora a maioria das manifestações clínicas de doenças cardiovasculares inicie na idade adulta, evidências indicam que o processo aterosclerótico pode ter seu início na infância, por meio do aparecimento de estrias gordurosas na camada íntima da aorta muito precocemente e nas coronárias durante a adolescência (12). Já o desenvolvimento de diabetes mellitus tipo 2 tem ocorrido de forma mais precoce, como consequência da constante mudança no estilo de vida dessa população (11), além da predisposição genética individual (12). Nesse cenário, a prevenção das doenças cardiometabólicas deve ser feita precocemente, avaliando a presença de fatores de risco

modificáveis (12), como aumento do comportamento sedentário (13), redução da atividade física (14) e, principalmente, padrões alimentares não saudáveis (15).

Comportamentos alimentares não saudáveis são bastante comuns durante a adolescência e constituem um importante fator de risco à saúde (3). Estudos recentes têm revelado altas prevalências de hábitos alimentares inadequados neste grupo etário, como o aumento do consumo de alimentos ultraprocessados, com alta densidade energética e baixo teor nutricional, e a redução do consumo de alimentos ricos em fibras e micronutrientes, como frutas e hortaliças (16-19).

O estudo HELENA (*Healthy Lifestyle in Europe by Nutrition in Adolescence*), ao avaliar adolescentes europeus na faixa etária de 12 a 17 anos, observou que os participantes não atingiram as recomendações mínimas de consumo para frutas, vegetais, carnes e leites; além de apresentarem consumo excessivo de bebidas açucaradas e alimentos ricos em gordura (20). No Brasil, a Pesquisa Nacional de Saúde do Escolar (PeNSE) foi o primeiro inquérito nacional que objetivou investigar os fatores de risco à saúde em adolescentes, incluindo padrões alimentares (21). Os resultados da PeNSE indicaram consumo insuficiente de frutas e vegetais nessa população, somado ao excesso de calorias provenientes de açúcares e gorduras saturadas na dieta (22). Dados mais recentes, referentes ao estudo ERICA (Estudo de Riscos Cardiovasculares em Adolescentes), uma pesquisa com delineamento transversal, de base escolar e nacionalmente representativa, foram semelhantes aos dos estudos anteriores (19). Nessa pesquisa, os resultados mostraram consumo insuficiente de frutas, vegetais, leites e queijos, somado ao consumo excessivo de bebidas açucaradas e doces, evidenciando a baixa adesão às diretrizes dietéticas internacionais em todas as regiões e níveis socioeconômicos do país (19).

Alimentos específicos têm sido constantemente associados a desfechos em saúde, como o consumo de alimentos integrais como fator protetor para doenças cardiovasculares (23) ou o consumo de alimentos ultraprocessados como fator de risco para esse mesmo desfecho (24). Embora a avaliação de um único alimento ou nutriente possa ser aplicável para investigar seus efeitos sobre um desfecho específico (25), esse método não é adequado para identificar os efeitos de um padrão alimentar sobre a saúde ou para determinar a qualidade geral da dieta, uma vez que não considera a complexidade das interações entre os nutrientes e a variedade dos alimentos consumidos (26). Dessa forma, o interesse pela investigação da qualidade geral da dieta, e não de alimentos ou nutrientes individuais, tem aumentado significativamente e novos métodos de avaliação vêm sendo criados.

Ferramentas para avaliação de qualidade alimentar

A avaliação da qualidade da dieta é um método que considera tanto a qualidade, quanto a variedade e o equilíbrio global dos alimentos consumidos (27). Assim, ao avaliar a dieta em sua totalidade, é possível identificar diferentes padrões alimentares e verificar se estes estão alinhados às diretrizes dietéticas (28). Nesse contexto, a utilização de índices capazes de avaliar o consumo total de alimentos e nutrientes, incluindo aspectos específicos da dieta, e que permitam análise individual ou populacional, torna-se essencial.

Os índices de qualidade da dieta são ferramentas alternativas que fornecem visão geral da dieta em sua totalidade e, por isso, são bastante utilizados para reconhecer padrões alimentares (27). Esses índices permitem classificar o consumo alimentar de um indivíduo em relação a nutrientes ou recomendações alimentares específicas, a partir de um escore numérico, como medida do efeito geral da dieta (27). Entre as principais vantagens da sua aplicação, destacam-se a fácil interpretação e compreensão dos escores pela população (29) e a possibilidade de avaliar a complexidade da dieta humana, resumindo-a em uma pontuação a partir de diretrizes para uma dieta saudável (30-32). O desenvolvimento e a aplicação desses índices têm se expandido rapidamente, assim como a investigação da sua relação com indicadores de saúde na população (28, 33).

Nos últimos anos, vários índices de qualidade da dieta têm sido desenvolvidos, e sua aplicação para quantificar o risco de condições crônicas de saúde é frequente, especialmente entre a população adulta (34-36). Entre eles, destaca-se o índice de qualidade da dieta (IQD). Em 1995, Kennedy et al. (37) desenvolveram o *healthy eating index* (HEI) como uma ferramenta para avaliar a aderência às recomendações das diretrizes nutricionais norte-americanas. O HEI é atualizado a cada cinco anos, conforme modificações nas diretrizes.

No Brasil, o HEI já foi adaptado à população brasileira em diferentes faixas etárias. Em 2004, o HEI foi adaptado por Fisberg et al. (38) a partir das recomendações da pirâmide alimentar, originando a primeira versão do IQD. Em 2011, o IQD foi modificado por Previdelli et al. (39) após a publicação do Guia Alimentar Para a População Brasileira (40), originando o índice de qualidade da dieta revisado (IQD-R). Os escores de pontuação do HEI e suas adaptações (IQD e IQD-R) variam de 0 a 100 pontos, onde valores mais altos correspondem à maior qualidade geral da dieta. Estes índices já foram validados para a população brasileira (38, 41). No entanto, sua aplicabilidade ainda é questionada, pois são baseados em alimentos, nutrientes ou ambos, necessitando do uso de tabelas de composição de alimentos, o que pode resultar em erros nas estimativas (42).

Estudos não representativos têm sido realizados para avaliar a qualidade da dieta de adolescentes de diferentes regiões do Brasil. Andrade et al. (43), ao avaliarem a qualidade da dieta de 1.584 adolescentes do estado de São Paulo, utilizando o HEI, observaram que mais de 97% dos participantes apresentavam inadequações na dieta. No entanto, estudos conduzidos com outras populações identificaram menores percentuais de inadequação na dieta. Wendpap et al. (44), ao aplicarem o IQD-R para avaliar a qualidade da dieta de 1.326 adolescentes de Cuiabá, encontraram a média do escore de 75,1 pontos. Nesse estudo, maiores valores de IQD-R foram associados a melhor estilo de vida, como menor tempo sedentário e maior tempo de atividade física entre os participantes. Castilhos et al. (18) também utilizaram o IQD-R para avaliar a dieta de 3,959 adolescentes de Pelotas. A média do escore encontrada foi de 62,4 pontos.

Alguns estudos comparativos avaliaram os hábitos alimentares de adolescentes dos estados de São Paulo e Rio de Janeiro, a partir de dados referentes a estudos transversais conduzidos em diferentes períodos, identificando piora constante dos padrões alimentares e na qualidade da dieta entre a população adolescente (45, 46). No entanto, as versões dos índices utilizados foram elaboradas para adultos e têm como base as recomendações dietéticas direcionadas a essa população. Dessa forma, os resultados obtidos entre a população adolescente devem ser interpretados com cautela (27).

Índices de qualidade da dieta elaborados e adaptados para a população adolescente ainda são bastante escassos. Os principais índices validados estão expostos na Tabela 1. Estas ferramentas foram adaptadas às diretrizes nutricionais específicas para populações adolescentes, a fim de determinar a qualidade global da dieta destes indivíduos e avaliar com precisão a correspondência entre o padrão alimentar observado e as diretrizes nutricionais. No entanto, estes índices são bastante específicos e podem não referir a real qualidade da dieta de adolescentes pertencentes a diferentes locais, caracterizados por diferentes culturas e padrões alimentares (27). Nesse sentido, adaptações devem ser realizadas sempre que uma nova população for avaliada, buscando maior proximidade à sua cultura alimentar e, assim, favorecendo análises mais precisas.

Fatores de risco cardiometabólico

Estudos recentes têm explorado a associação entre a qualidade da dieta e desfechos em saúde. As evidências existentes indicam que dietas com melhor qualidade estão associadas a menores riscos de desenvolvimento de DCNT entre a população adulta (47). Uma revisão

sistemática com metanálise conduzida por Schwingshackl e Hoffmann (48) reuniu dados de 15 estudos longitudinais, totalizando mais de 1 milhão de participantes, e mostrou que escores mais altos nos índices de qualidade da dieta estão associados a risco reduzido de mortalidade por todas as causas, desenvolvimento de diabetes tipo 2, e menor incidência e mortalidade associadas a doenças cardiovasculares e câncer. A qualidade da dieta também é associada a parâmetros metabólicos mais favoráveis nessa população. Os principais resultados demonstram maiores níveis de colesterol HDL (HDL-c) (28, 49) e menores níveis de colesterol LDL (LDL-c) (50, 51), triglicerídeos (49) e glicemia de jejum (49, 50) conforme a qualidade da dieta aumenta.

No entanto, o número de estudos que avaliam a associação da qualidade da dieta com desfechos em saúde entre a população adolescente ainda é bastante limitado. Rocha et al. (9) realizaram uma revisão sistemática incluindo nove estudos transversais e longitudinais, a fim de avaliar a associação entre padrões alimentares e fatores de risco cardiometabólicos em crianças e adolescentes. No geral, os autores destacaram associações negativas entre dietas de maior qualidade e marcadores de risco cardiometabólico, como níveis de colesterol total, LDL-c e triglicerídeos; e associações positivas entre os escores de qualidade da dieta e níveis de HDL-c, considerado fator protetor para esse desfecho (9).

Na Austrália, Appannah et al. (52) avaliaram 2.900 adolescentes participantes do estudo longitudinal *Western Australian Pregnancy* (Raine), e identificaram que dietas de menor qualidade, compostas por alimentos com alta densidade energética, ricos em gordura e pobres em fibras, eram associadas à insulinemia nessa população, independente do sexo. Em um estudo transversal, Ambrosini et al. (53) também avaliaram adolescentes australianos, visando investigar a associação entre padrão alimentar e marcadores de risco para síndrome metabólica (SM) e doenças cardiovasculares entre essa população. Os autores observaram que dietas com maior qualidade estavam negativamente associadas aos níveis de colesterol total, especialmente entre meninas (53). No México, Romero-Polvo et al. (54) conduziram estudo transversal que analisou os padrões alimentares de 916 crianças e adolescentes. Os resultados deste estudo indicaram que indivíduos com menores escores de qualidade da dieta tinham uma chance maior de desenvolver resistência à insulina (54). Outros estudos avaliando indivíduos nessa faixa etária observaram o mesmo padrão, referindo maiores concentrações de insulina entre indivíduos com menores escores de qualidade da dieta (53-56).

No Brasil, Dishchekian et al. (57) conduziram estudo transversal com 76 adolescentes provenientes de São Paulo e encontraram associação negativa entre os escores de qualidade da dieta

e as concentrações de LDL-c, triglicerídeos e insulina; enquanto HDL-c mostrou associação positiva com dietas de maior qualidade. Ramos (58), ao avaliar os padrões alimentares de 212 adolescentes vinculados ao Programa Médico de Família (PMF) do Rio de Janeiro, observou que maiores escores de avaliação da dieta estavam associados a menores valores de LDL-c e triglicerídeos nessa população. Estes achados condizem com as evidências existentes na literatura (55, 57-61). Contudo, a relação existente entre qualidade da dieta e glicemia de jejum permanece incerta e novos estudos devem ser realizados para esclarecer esse ponto (53, 57-59).

Estudo de Riscos Cardiovasculares em Adolescentes (ERICA)

O Estudo de Riscos Cardiovasculares em Adolescentes (ERICA) é um estudo multicêntrico de base escolar, com delineamento transversal e representatividade nacional, que teve como objetivo estimar a prevalência de fatores de risco cardiovascular em adolescentes brasileiros na faixa etária de 12 a 17 anos.

Para o cálculo amostral, a população alvo foi estratificada em 32 estratos geográficos. Os estratos foram constituídos por cada uma das capitais mais cinco estratos com o conjunto de municípios com mais de 100 mil habitantes de cada uma das cinco macrorregiões do país. Após a estratificação geográfica, as escolas e as turmas foram selecionadas (62). A seleção das escolas foi baseada nos dados do Censo Escolar 2009 (revisto em 2011). Após os registros das escolas serem classificados por situação (áreas urbanas ou rurais) e dependência administrativa (pública ou privada), a seleção foi realizada.

As escolas foram selecionadas em cada estrato geográfico com probabilidade proporcional ao número de alunos matriculados. Ao todo, 1.251 escolas de 124 municípios foram selecionadas. Posteriormente, três classes em cada escola amostrada foram selecionadas com probabilidades iguais. O ano escolar foi utilizado como *proxy* da idade, e apenas as classes dos 7º, 8º, e 9º anos do ensino fundamental e 1º, 2º e os 3º anos do ensino médio foram consideradas elegíveis. Em cada classe escolar selecionada, todos os alunos foram convidados a participar da pesquisa (62). O cálculo do tamanho da amostra, o processo de amostragem e a confiabilidade dos dados podem ser encontrados em publicações anteriores (62, 63).

A coleta de dados incluiu: a) questionário do adolescente abrangendo 11 blocos temáticos (características sociodemográficas, trabalho, atividade física, comportamento alimentar, tabagismo, consumo de álcool, saúde reprodutiva, saúde bucal, morbidade, duração do sono e transtorno

mental); b) medidas antropométricas aferidas por avaliadores treinados, com coleta de peso, altura, circunferência da cintura e do braço; c) pressão arterial e batimentos cardíacos avaliados em três medições consecutivas por avaliadores treinados; d) recordatório alimentar de 24 horas; e) coleta de sangue realizada com os alunos do turno da manhã que fizeram jejum de 10-12 horas, sendo dosado colesterol total, HDL-colesterol, triglicérides, glicose, hemoglobina glicada (HbA1c) e insulina (64, 65).

Para avaliar a ingestão alimentar, um recordatório alimentar de 24 horas (R24h) foi realizado em uma entrevista presencial por entrevistadores treinados, usando o método de passes múltiplos para reduzir a subnotificação do consumo de alimentos (66). O R24h foi inserido diretamente nos *netbooks* utilizados no estudo a partir de um *software* para registrar os dados de consumo de alimentos, o ERICA-REC24h, criado especificamente para o ERICA (67).

O *software* ERICA-REC24h continha uma lista de 1626 itens alimentares desenvolvidos a partir do banco de dados da Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF) 2008-2009, realizada pelo IBGE (67, 68). As fotografias incluídas no *software* foram usadas para ajudar os adolescentes a estimar o tamanho das porções consumidas. A preparação e a quantidade de alimentos consumidos foram registradas em detalhes. Os itens alimentares que não estavam no banco de dados de *software* foram inseridos pelos entrevistadores durante a entrevista. Para corrigir a variabilidade intrapessoal, um segundo R24h foi coletado em um dia não consecutivo em uma subamostra aleatória de aproximadamente 10% da amostra total (69).

A aplicação do R24h gerou um banco de dados com 1.128 alimentos. Devido ao grande número de dados alimentares, os itens relatados foram agrupados de acordo com a similaridade dos macronutrientes, criando grupos alimentares com composição nutricional muito semelhante. Os alimentos relatados foram categorizados em 19 grupos diferentes e o consumo final foi estimado em gramas para cada um desses grupos. A ingestão total de energia foi estimada considerando a Tabela de Composição Alimentar Brasileira (70) e a Tabela de Tamanho da Porção Brasileira (71). Após a coleta, os dados foram disponibilizados imediatamente no banco de dados central (63). Estudantes com consumo de energia inferior a 100 kcal/dia foram excluídos das análises (72).

Ao todo, o número de adolescentes elegíveis para participar do ERICA foi de 102.327. Destes, 75.589 preencheram um questionário (PDA), 73.160 completaram um recordatório alimentar de 24 horas (R24h), 73.787 realizaram medidas antropométricas e 40.732 coletaram amostras de sangue. Foram excluídos adolescentes fora da faixa etária (12 a 17 anos) (n = 11.265),

gestantes (n = 215) e indivíduos com deficiência física ou mental (que não permitiram a realização de medições de pesquisa) (n = 364).

Para o cálculo dos pesos amostrais, as informações dos adolescentes divididas em dois subconjuntos finais: 1) Adolescentes dos turnos manhã e tarde (total de 71.553 adolescentes) com informações de questionário, antropometria, pressão arterial e recordatório alimentar de 24 horas; 2) Alunos do turno da manhã que participaram da coleta de sangue (total de 36.956 adolescentes) com informações do primeiro subconjunto e resultados dos exames bioquímicos (73).

Previamente às coletas, foi obtido um contrato por escrito de cada aluno e um consentimento informado foi assinado pelos pais ou responsáveis legais. O ERICA foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto de Estudos em Saúde Pública da Universidade Federal do Rio de Janeiro e pelos Comitês de Ética das outras 26 unidades da Federação.

Avaliação da qualidade alimentar no estudo ERICA

A fim de avaliar a qualidade da dieta da população do ERICA, recentemente, Ronca et al. (19) adaptaram o DQI-A à cultura alimentar de adolescentes brasileiros, resultando na criação do índice de qualidade da dieta para adolescentes adaptado para brasileiros (IQDA-BR). O IQDA-BR é composto por três componentes alimentares que definem os princípios de hábitos alimentares saudáveis, considerando diretrizes alimentares da Bélgica (74), diretrizes nutricionais da Organização Mundial da Saúde (75), assim como o DQI-A. Ambas as diretrizes propõem um padrão alimentar saudável que considera qualidade, variedade e moderação nos grupos alimentares consumidos, onde a base da dieta deve ser composta por fontes alimentares de carboidratos (idealmente grãos integrais), seguidas por grupos de frutas e vegetais (19).

Resumidamente, o IQDA-BR classifica os alimentos em grupos de alimentos recomendados e não recomendados e avalia a dieta usual a partir de três componentes (qualidade, diversidade e equilíbrio). De todos os grupos de alimentos, oito são recomendados: (1) pão, batata e grãos, (2) legumes, (3) frutas, (4) produtos lácteos, (5) queijo, (6) carne, peixe e ovos, (7) feijões, (8) gorduras e óleos e dois grupos alimentares não recomendados: (9) lanches e doces e (10) bebidas açucaradas, sucos de frutas e bebidas alcoólicas. Para cada grupo alimentar, foi fornecida uma recomendação de ingestão diária diferente, desenvolvida especificamente para adolescentes. Os grupos de alimentos foram analisados com base nos três componentes principais (qualidade, diversidade e equilíbrio) e estes tiveram pesos diferentes; a qualidade da dieta teve o dobro do peso dos demais grupos. A

pontuação total do IQDA-BR varia de -33% a 100%; neste índice, uma pontuação mais alta representa maior qualidade da dieta.

O IQDA-BR foi utilizado para avaliar a qualidade da dieta em uma amostra nacionalmente representativa de adolescentes brasileiros que participaram do ERICA (19). O escore médio do IQDA-BR foi de 14,8% para meninas e 19,0% para meninos. Os maiores escores médios foram encontrados na região Norte (17,0% para meninas e 20,7% para meninos); enquanto os menores foram observados na região Centro-Oeste (12,4% meninas e 16,8% meninos). Os resultados desse estudo indicaram que a qualidade geral da dieta dessa população é baixa e possui pequena variação entre os grupos com escores mais baixos e mais altos. Além disso, a baixa adesão às diretrizes dietéticas internacionais evidenciou a necessidade urgente de melhorias nos padrões alimentares dessa população, em todas as regiões e níveis socioeconômicos do país, o que pode refletir negativamente sobre a saúde dos jovens.

A investigação da relação da qualidade da dieta com o perfil metabólico entre adolescentes brasileiros foi realizada em populações pequenas e específicas, não tendo sido investigada em amostra nacionalmente representativa. Portanto, até o presente momento, a associação entre a qualidade da dieta, determinada pelo IQDA-BR, e marcadores cardiometabólicos em adolescentes brasileiros em amostra representativa em nível nacional permanece desconhecida e precisa ser explorada.

OBJETIVOS

Os objetivos desta dissertação são descritos abaixo. Para atender aos objetivos propostos, foram utilizados dados do ERICA, estudo multicêntrico de base escolar, com delineamento transversal e representatividade nacional, considerado pioneiro na investigação de fatores de risco para doenças cardiovasculares na população adolescente brasileira.

Objetivo geral

1. Investigar a associação entre a qualidade da dieta, avaliada pelo IQDA-BR, e marcadores cardiometabólicos em adolescentes brasileiros.

Objetivos específicos

1. Avaliar a associação entre a qualidade da dieta e marcadores de risco cardiovascular (colesterol total, colesterol LDL, colesterol HDL e triglicerídeos) em adolescentes brasileiros;
2. Avaliar a associação entre a qualidade da dieta e marcadores do metabolismo de glicose (glicemia de jejum, hemoglobina glicada e insulina de jejum) em adolescentes brasileiros.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. World Health Organization (WHO). Nutrition in adolescence: issues and challenges for the health sector. Geneva: WHO; 2006.
2. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Censo demográfico: resultados gerais da amostra. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). 2011.
3. Das JK, Salam RA, Kent L, Thornburg KL, Andrew M, Prentice AM, Campisi S, Lassi ZS. Nutrition in adolescents: physiology, metabolism, and nutritional needs. *New York Academy of Sciences*. 2017;1393:21-33.
4. Corkins MR, Daniels SR, de Ferranti SD, et al. Nutrition in children and adolescents. *Medical Clinics of North America*. 2016;100:1217-1235.
5. Bau A-M, Ernert A, Krude H, Wiegand S. Hormonal regulatory mechanisms in obese children and adolescents after previous weight reduction with a lifestyle intervention: maintain-paediatric part-a RCT from 2009-2015. *BMC Obesity*. 2016;3(1):29.
6. Taylor RW, Grant AM, Williams SM, Goulding A. Sex differences in regional body fat distribution from pre-to post puberty. *Obesity*. 2010;18(7):1410-1416.
7. Pires A, Sena C, Seíça R. Dyslipidemia and cardiovascular changes in children. *Current Opinion in Cardiology*. 2016;31(1):95-100.
8. Kelsey MM, Zeitler PS. Insulin resistance of puberty. *Current Diabetes Reports*. 2016;16(7):64.
9. Rocha NP, Milagres LC, Longo GZ, Ribeiro AQ, de Novaes JF. Association between dietary pattern and cardiometabolic risk in children and adolescents: a systematic review. *Jornal de Pediatria (Versão em Português)*. 2017;93(3):214-222.
10. Levy RB, Castro IRR, Cardoso LO, Tavares LF, Sardinha LMV, Gomes FS, Costa AWN. Consumo e comportamento alimentar entre adolescentes brasileiros: Pesquisa Nacional de Saúde do Escolar (PeNSE), 2009. *Ciência e Saúde Coletiva*. 2010;15(2):3085-3097.
11. Chakma J, Gupta S. Lifestyle practice and associated risk factors of noncommunicable diseases among the students of Delhi University. *International Journal of Health & Allied Sciences*. 2017;6(1):20-25.
12. Juonala M, Juhola J, Magnussen CG, Würtz P, Viikari JS, Thomson R, et al. Childhood environmental and genetic predictors of adulthood obesity: the cardiovascular risk in young Finns study. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*. 2011;96(9):E1542-E9.

13. Jalayondeja C, Jalayondeja W, Mekhora K, Bhuanantanondh P, Dusadi-Isariyavong A, Upiriyasakul R. Break in Sedentary Behavior Reduces the Risk of Noncommunicable Diseases and Cardiometabolic Risk Factors among Workers in a Petroleum Company. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2017;14(5).
14. Oliveira JS, Barufaldi LA, Abreu GdA, Leal VS, Brunken GS, Vasconcelos SML, et al. ERICA: use of screens and consumption of meals and snacks by Brazilian adolescents. *Revista de Saúde Pública*. 2016;50:7s.
15. Appannah G, Pot G, Huang R-C, Oddy WH, Beilin L, Mori T, et al. Identification of a dietary pattern associated with greater cardiometabolic risk in adolescence. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*. 2015;25(7):643-650.
16. Barufaldi LA, Abreu GA, Oliveira JS, Santos DF, Fujimori E, Vasconcelos SM, et al. ERICA: prevalence of healthy eating habits among Brazilian adolescents. *Revista de Saúde Pública*. 2016;50(1).
17. Béghin L, Dauchet L, De Vriendt T, Cuenca-García M, Manios Y, Toti E, et al. Influence of parental socio-economic status on diet quality of European adolescents: results from the HELENA study. *British Journal of Nutrition*. 2014;111:1303-1312.
18. Castilhos CB, Schneider BC, Muniz LC, Assunção MCF. Quality of the diet of 18-year-old adolescents belonging to the birth cohort of 1993 in Pelotas in the State of Rio Grande do Sul, Brazil. *Ciência e Saúde Coletiva*. 2015;20(11):3309-3318.
19. Ronca DB, Blume CA, Cureau FV, Camey SA, Leotti VB, Drehmer M, et al. Diet quality index for Brazilian adolescents: the ERICA study. *European Journal of Nutrition*. 2019:1-18.
20. González-Gil EM, Martínez-Olivan B, Widhalm K, Lambrinou CP, Henauw S, Gottrand F, et al. Healthy eating determinants and dietary patterns in European adolescents: the HELENA study. *Child and Adolescent Obesity*. 2019;2(1):18-39.
21. Brasil. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa Nacional de Saúde do Escolar (PeNSE) 2009. Rio de Janeiro: IBGE; 2009.
22. Malta DC, Andreazzi MAR, Oliveira-Campos M, Andrade SSCA, Sá NNB, Moura L. Trend of the risk and protective factors of chronic diseases in adolescents, National Adolescent School-based Health Survey (PeNSE 2009 e 2012). *Revista Brasileira de Epidemiologia*. 2014;77-91.
23. Mellendick K, Shanahan L, Wideman L, Calkins S, Keane S, Lovelady C. Diets rich in fruits and vegetables are associated with lower cardiovascular disease risk in adolescents. *Nutrients*. 2018;10(2):136.

24. Appannah G, Pot GK, Huang RC, et al. Identification of a dietary pattern associated with greater cardiometabolic risk in adolescence. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*. 2015;25(7):643-650.
25. Vyncke K, Fernandez EC, Fajó-Pascual M, Cuenca-García M, De Keyzer W, Gonzalez-Gross M, et al. Validation of the Diet Quality Index for Adolescents by comparison with biomarkers, nutrient and food intakes: the HELENA study. *British Journal of Nutrition*. 2013;109(11):2067-2078.
26. Willett W. *Nutritional Epidemiology*. 3 ed. 2013.
27. Marshall S, Burrows T, Collins CE. Systematic review of diet quality indices and their associations with health-related outcomes in children and adolescents. *Journal of Human Nutrition and Dietetics*. 2014;27(6):577-598.
28. Livingstone KM, McNaughton SA. Association between diet quality, dietary patterns and cardiometabolic health in Australian adults: a cross-sectional study. *Nutrition Journal*. 2018;17(1):19.
29. Lazarou C, Newby PK. Use of dietary indexes among children in developed countries. *Advances in Nutrition*. 2011;2:295-303.
30. Hu FB. Dietary pattern analysis: a new direction in nutritional epidemiology. *Current Opinion in Lipidology*. 2002;13:3-9.
31. de Carvalho K, Dutra E, Pizato N, Gruezo N, Ito M. Diet quality assessment indexes. *Brazilian Journal of Nutrition*. 2014;27(5):605-617.
32. Waijers PM, Feskens EJ, Ocké MC. A critical review of predefined diet quality scores. *Brazilian Journal of Nutrition* 2007;97:219-231.
33. Nicklas TA, O'Neil CE, Fulgoni III VL. Diet quality is inversely related to cardiovascular risk factors in adults. *The Journal of Nutrition*. 2012;142(12):2112-2118.
34. Sotos-Prieto M, Bhupathiraju SN, Mattei J, Fung TT, Li Y, Pan A, et al. Association of changes in diet quality with total and cause-specific mortality. *New England Journal of Medicine*. 2017;377(2):143-153.
35. Wirt A, Collins CE. Diet quality—what is it and does it matter? *Public Health Nutrition*. 2009;12:2473-2492.
36. Michels KB, Schulze MB. Can dietary patterns help us detect diet-disease associations? *Nutrition Research Reviews*. 2005;18:241-248.

37. Kennedy ET, Ohls J, Carlson S, et al. The Healthy Eating Index: design and applications. *Journal of the American Dietetic Association*. 1995;(10):1103-1108.
38. Fisberg RM, Slater B, Barros RR, et al. Índice de Qualidade da Dieta: avaliação da adaptação e aplicabilidade. *Revista de Nutrição*. 2004;17(3):301-308.
39. Previdelli AN, Andrade SC, Pires MM, et al. Índice de Qualidade da Dieta Revisado para a população brasileira. *Revista de Saúde Pública*. 2011;45(4):794-798.
40. Ministério da Saúde. Guia Alimentar para a população brasileira: promovendo a alimentação saudável. Brasília: Secretaria de Atenção à Saúde, 2006.
41. Andrade SC, Previdelli Á, Marchioni DM, Fisberg RM. Evaluation of the reliability and validity of the Brazilian Healthy Eating Index Revised. *Revista de Saúde Pública*. 2013;47: 675-683.
42. Feskanich D, Rockett HR, Colditz GA. Modifying the Healthy Eating Index to assess diet quality in children and adolescents. *Journal of the American Dietetic Association*. 2004;104:1375-1583.
43. de Andrade SC, de Azevedo Barros MB, Carandina L, Goldbaum M, Cesar CL, Fisberg RM. Dietary quality index and associated factors among adolescents of the state of Sao Paulo, Brazil. *Journal of Pediatrics*. 2010;156:456-460.
44. Wendpap LL, Ferreira MG, Rodrigues PR, Pereira RA, Loureiro AS, Gonçalves-Silva RM. Adolescents' diet quality and associated factors. *Caderno de Saúde Pública*. 2014;30:97-106.
45. Monteiro LS, Rodrigues PRM, Veiga GVd, Marchioni DML, Pereira RA. Diet quality among adolescents has deteriorated: a panel study in Niterói, Rio de Janeiro State, Brazil, 2003-2008. *Cadernos de Saúde Pública*. 2016;32.
46. de Andrade SC, Previdelli ÁN, Cesar CLG, Marchioni DML, Fisberg RM. Trends in diet quality among adolescents, adults and older adults: A population-based study. *Preventive Medicine Reports*. 2016;4:391-396.
47. Sotos-Prieto M, Bhupathiraju SN, Mattei J, et al. Association of changes in diet quality with total and cause-specific mortality. *The New England Journal of Medicine*. 2017;377(2):143-153.
48. Schwingshackl L, Hoffmann G. Diet Quality as Assessed by the Healthy Eating Index, the Alternate Healthy Eating Index, the Dietary Approaches to Stop Hypertension Score, and Health Outcomes: A Systematic Review and Meta-Analysis of Cohort Studies. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*. 2015;115(5):780-800.
49. Mattei J, Sotres-Alvarez D, Daviglius ML, Gellman M, Hu FB, Tucker KL, Willett WC, et al. Diet Quality and Its Association with Cardiometabolic Risk Factors Vary by Hispanic and Latino

- Ethnic Background in the Hispanic Community Health Study/Study of Latinos. *Journal of Nutrition*. 2016;146(10):2035-2044.
50. Drewnowski A, Fiddler EC, Dauchet L, Galan P, Hercberg S. Diet quality measures and cardiovascular risk factors in France: applying the Healthy Eating Index to the SU.VI.MAX study. *J Am Coll Nutr*. 2009;28:22-29.
51. Wang Z, Siega-Riz AM, Gordon-Larsen P, Cai J, Adair LS, Zhang B, et al. Diet quality and its association with type 2 diabetes and major cardiometabolic risk factors among adults in China. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*. 2018;28(10):987-1001.
52. Appannah G, Pot GK, Huang RC, Oddy WH, Beilin LJ, Mori TA, et al. Identification of a dietary pattern associated with greater cardiometabolic risk in adolescence. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*. 2015;25(7):643-650.
53. Ambrosini GL, Huang R-C, Mori TA, Hands BP, O'Sullivan TA, de Klerk NH, et al. Dietary patterns and markers for the metabolic syndrome in Australian adolescents. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*. 2010;20(4):274-283.
54. Romero-Polvo A, Denova-Gutiérrez E, Rivera-Paredes B, Castañón S, Gallegos-Carrillo K, Halley-Castillo E, et al. Association between dietary patterns and insulin resistance in Mexican children and adolescents. *Annals of Nutrition and Metabolism*. 2012;61(2):142-150.
55. Damsgaard CT, Biltoft-Jensen A, Tetens I, Michaelsen KF, Lind MV, Astrup A, et al. Whole-grain intake, reflected by dietary records and biomarkers, is inversely associated with circulating insulin and other cardiometabolic markers in 8-to 11-year-old children. *The Journal of Nutrition*. 2017;147(5):816-824.
56. Karatzi K, Moschonis G, Barouti A-A, Lionis C, Chrousos GP, Manios Y. Dietary patterns and breakfast consumption in relation to insulin resistance in children. *The Healthy Growth Study. Public health nutrition*. 2014;17(12):2790-2797.
57. Dishchekenian VRM, Escrivão S, Meil MA, Palma D, Ancona-Lopez F, Araújo EACd, et al. Padrões alimentares de adolescentes obesos e diferentes repercussões metabólicas. *Revista de Nutrição*. 2011;24(1):17-29.
58. Ramos JM. Índice de qualidade da dieta e indicadores do estado nutricional de adolescentes assistidos no Programa Médico de Família em Niterói-RJ: Projeto Camélia. 2010.
59. Shang X, Li Y, Liu A, Zhang Q, Hu X, Du S, et al. Dietary pattern and its association with the prevalence of obesity and related cardiometabolic risk factors among Chinese children. *PloS One*. 2012;7(8):e43183.

60. Mikkilä V, Räsänen L, Raitakari OT, Marniemi J, Pietinen P, Rönnemaa T, et al. Major dietary patterns and cardiovascular risk factors from childhood to adulthood: The Cardiovascular Risk in Young Finns Study. *British Journal of Nutrition*. 2007;98(1):218-225.
61. Mehrabi Y, Hosseini-Esfahani F. Diet quality and its relationship with metabolic syndrome in adolescents: Tehran lipid and glucose study. *Iranian Journal of Endocrinology and Metabolism*. 2013;15(1):3-13.
62. Vasconcellos MT, Silva PL, Szklo M, et al. Sampling design for the study of cardiovascular risks in adolescents (ERICA). *Caderno de Saúde Pública*. 2015;31(5):921–930.
63. Bloch KV, Szklo M, Kuschnir MC, et al. The Study of cardiovascular risk in adolescents - ERICA: rationale, design and sample characteristics of a national survey examining cardiovascular risk factor profile in Brazilian adolescents. *BMC Public Health*. 2015;15:94.
64. Vasconcellos MTL, Silva PLN, Szklo M, Bloch KV, Kuschnir MCC, Klein CH, et al. Desenho da amostra do Estudo de Riscos Cardiovasculares em Adolescentes (ERICA). *Caderno de Saúde Pública*. 2014;31(5):921-30.
65. Cureau FV, Bloch KV, Henz A, Schaan CW, Klein CH, Oliveira CL, et al. Challenges for conducting blood collection and biochemical analysis in a large multicenter school-based study with adolescents: lessons from ERICA in Brazil. *Caderno de Saúde Pública*. 2017;33(4):e00122816.
66. Conway JM, Ingwersen LA, Vinyard BT, et al. Effectiveness of the US Department of Agriculture 5-step multiple-pass method in assessing food intake in obese and nonobese women. *American Journal of Clinical Nutrition*. 2003;77(5):1171-1178.
67. Barufaldi LA, Abreu GA, Veiga GV, et al. Software to record 24-hour food recall: application in the Study of Cardiovascular Risks in Adolescents. *Brazilian Journal of Epidemiology*. 2016; 19:464-468. 29.
68. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009: análise do consumo alimentar pessoal no Brasil. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; 2011.
69. Freedman LS, Guenther PM, Dodd KW, et al. The population distribution of ratios of usual intakes of dietary components that are consumed every day can be estimated from repeated 24-hour recalls. *Journal of Nutrition*. 2010;140(1):111-116.
70. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF), 2008-2009: tabela de medidas referidas para os alimentos consumidos no Brasil. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro. 2011.

71. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF), 2008-2009: tabela de medidas referidas para os alimentos consumidos no Brasil. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro. 2011.
72. Silva TL, Klein CH, Souza AM, et al. Response rate in the study of cardiovascular risks in adolescents - ERICA. *Revista de Saúde Pública*. 2016;50 Suppl 1.
73. da Silva TL, Klein CH, Souza Ade M, Barufaldi LA, Abreu Gde A, Kuschnir MC, et al. Response rate in the Study of Cardiovascular Risks in Adolescents - ERICA. *Rev Saude Publica*. 2016;50 Suppl 1:3s.
74. Huybrechts I, Vereecken C, De Bacquer D, Vandevijvere S, Van Oyen H, Maes L, et al. Reproducibility and validity of a diet quality index for children assessed using a FFQ. *British Journal of Nutrition*. 2010;104:135-144.
75. Vlaams Instituut voor Gezondheidspromotie (VIG). The active food pyramid: A practical Guide to Diet and Physical Activity. Brussels, 2006.
76. Hooshmand F, Asghari G, Yuzbashian E, Mahdavi M, Mirmiran P, Azizi F. Modified Healthy Eating Index and Incidence of Metabolic Syndrome in Children and Adolescents: Tehran Lipid and Glucose Study. *Journal of Pediatrics*. 2018;197:134-139.
77. Kleiser C, Mensink G, Scheidt-Nave C, Kurth BM. HuSKY: a healthy nutrition score based on food intake of children and adolescents in Germany. *British Journal of Nutrition*. 2009;102(4):610-608.
78. Marshall S, Watson J, Burrows T, Guest M, Collins CE. The development and evaluation of the Australian child and adolescent recommended food score: a cross-sectional study. *Nutrition Journal*. 2012.11(96):1–10.
79. Wong JE, Parnell WR, Howe AS, Black KE, Skidmore PM. Development and validation of a food-based diet quality index for New Zealand adolescents. *BMC Public Health*. 2013;8:13:562.

Tabela 1. Descrição dos índices de qualidade da dieta elaborados especificamente para adolescentes.

Índice	País de origem	Faixa etária	Avaliação do consumo	Propósito	Pontuação	Resultados
<i>Youth healthy eating index</i> (YHEI) (42)	EUA	9 a 14 anos	QFA	Reflete a adesão às diretrizes nutricionais para americanos	13 componentes alimentares, com pontuação de 0 a 100. Escores mais altos refletem maior adesão às diretrizes.	Escore geral de 59,1 pontos; 59,6 entre meninas, 58,6 entre meninos.
<i>Modified healthy eating index</i> (mHEI) (76)	Irã	6 a 18 anos	QFA	Reflete a adesão às diretrizes nutricionais para americanos, com adaptações à cultura iraniana	10 componentes alimentares, com pontuação de 0 a 100. Escores mais altos refletem maior adesão às diretrizes.	Escore geral: 55,9.
<i>Healthy nutrition score for kids and youth</i> (HuSKY) (77)	Alemanha	3 a 17 anos	QFA	Reflete a adesão às diretrizes nutricionais para uma dieta variada para crianças e adolescentes	11 componentes alimentares, com pontuação de 0 a 100. Escores mais altos refletem maior adesão às diretrizes.	Escore geral de 55,5 pontos; 56,4 entre meninas, 54,5 entre meninos.
<i>Australian child and adolescent recommended food score</i> (ACARFS) (78)	Austrália	6 a 14 anos	QFA	Reflete a adesão às diretrizes nutricionais australianas para crianças e adolescentes	Oito componentes alimentares, com pontuação de 0 a 73. Escores mais altos refletem maior adesão às diretrizes.	Escore geral de 25 pontos; 26 entre meninas, 24 entre meninos.
<i>New Zealand diet quality index adapted for adolescents</i> (NZDQI-A) (79)	Nova Zelândia	14 a 18 anos	QFA	Reflete a adesão às diretrizes nutricionais neozelandesas para adolescentes saudáveis	Cinco componentes alimentares, com pontuação de 0 a 73. Escores mais altos refletem maior adesão às diretrizes.	Escore geral de 52,5 pontos; 50,4 entre meninas, 55,7 entre meninos.
<i>Diet quality index adapted for adolescents</i> (DQI-A) (17)	Alemanha, Áustria, Bélgica, Espanha, França, Grécia, Hungria, Itália e Suécia	12 a 17 anos	REC 24h	Reflete a adesão de adolescentes europeus às diretrizes nutricionais da Bélgica	11 componentes alimentares, com pontuação de -33 a 100. Escores mais altos refletem maior adesão às diretrizes.	Escore geral de 51,2 pontos; 53,3 entre meninas, 49,0 entre meninos.

QFA: Questionário de Frequência Alimentar; REC 24h: Recordatório alimentar de 24 horas.

ARTIGO ORIGINAL

Título: Association between diet quality index and cardiometabolic risk factors among adolescents: Study of Cardiovascular Risks in Adolescents (ERICA)

(Artigo a ser submetido à revista Nutrition)

Julianna do Amaral Ritter¹ (ORCID 0000-0002-6171-5670)

Felipe Vogt Cureau² (ORCID 0000-0001-7255-9717)

Débora Barbosa Ronca³ (ORCID 0000-0002-9161-6403)

Carina Andriatta Blume¹ (ORCID 0000-0003-3017-7141)

Gabriela Heiden Teló⁴ (ORCID 0000-0001-9093-383X)

Suzi Alves Camey⁵ (ORCID 0000-0002-5564-081X)

Kênia Mara Baiocchi de Carvalho³ (ORCID 0000-0003-2799-1038)

Beatriz D. Schaan^{1,6} (ORCID 0000-0002-2128-8387)

¹ Postgraduate Program in Medical Sciences: Endocrinology, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brazil.

² Postgraduate Program in Cardiology and Cardiovascular Sciences, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brazil.

³ Graduate Program in Human Nutrition, Universidade de Brasília, Brasília, Brazil.

⁴ Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, School of Medicine and Postgraduate program, Porto Alegre, Brazil.

⁵ Postgraduate Program in Epidemiology, Department of Statistics, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brazil.

⁶ Hospital de Clínicas de Porto Alegre, Porto Alegre, Brazil

Corresponding author

Julianna do Amaral Ritter

juliannarit@gmail.com

Abstract

Purpose: To evaluate the association between diet quality, assessed by the Diet Quality Index for Adolescents adapted for Brazilians (DQIA-BR), and cardiometabolic markers in adolescents.

Methods: The DQIA-BR and cardiometabolic markers were assessed in 36,956 Brazilian adolescents (12-17 years old) enrolled in The Study of Cardiovascular Risks in Adolescents (ERICA), a national school-based cross-sectional multicenter study in Brazil. For analyses, the sample was stratified by sex and nutritional status. Multiple linear regressions were used to investigate the association between the DQIA-BR and the cardiometabolic markers (total cholesterol, HDL-c, LDL-c, triglycerides, fasting glucose, HbA1c and HOMA-IR). Adjusted models were constructed with two input levels of covariates. First model was adjusted for sex, age and socioeconomic status; in the second model, total energy intake, physical activity and sedentary behavior were included.

Results: Higher score of DQIA-BR was associated with better cardiometabolic profile among girls with normal weight; however, no association was observed among those with overweight/obesity. Among boys with overweight/obesity, a better quality of diet was associated with lower concentrations of total cholesterol ($\beta = -0.338$, 95%CI: -0.611;-0.066) and LDL-c ($\beta = -0.227$, 95%CI: -0.448;-0.005); but only LDL-c remained significant among those with normal weight ($\beta = -0.115$, 95%CI: -0.224;0.005).

Conclusion: The effects of diet quality on cardiometabolic risk factors differed according to sex and the presence of overweight/obesity. Overall, the DQIA-BR is a suitable tool to evaluate the association between diet quality and cardiometabolic markers among normal weight adolescents, but not for adolescents with overweight/obesity, especially girls.

Keywords: Diet. Diet quality index. Nutrition assessment. Biomarkers. Cardiometabolic markers. Adolescents.

Introduction

Non-communicable chronic diseases (NCDs) are the leading cause of death worldwide [1]. According to the World Health Organization (WHO), in 2012, 38 million deaths were attributed to NCDs; of these, 17.5 million were related to cardiovascular diseases and 1.5 million to diabetes mellitus [1]. In Brazil, the NCDs were responsible for about 75% of total mortality in 2015 [2]. Although most clinical manifestations of cardiovascular disease and diabetes mellitus begin in adulthood, their prevention should be done early in life, taking care of related modifiable risk factors [3] such as increased sedentary behavior [4], reduced physical activity [5], and unhealthy eating patterns [6, 7], in addition to the individual genetic predisposition [2].

Adherence to unhealthy dietary patterns, including increased intake of high-calorie and poor-nutrient foods is related with increased risk for cardiovascular disease [6], diabetes mellitus [8], some types of cancers and all-cause mortality in the general population [7]. In nutritional epidemiology, studies have associated specific foods with health outcomes, such as whole grain food consumption as a protective factor for cardiovascular disease [9] or ultra-processed food consumption as a risk factor for this same outcome [6]. Although the evaluation of a single food or nutrient may be applicable to investigate its effects on a specific health outcome [10], it is inappropriate to identify the effects of a dietary pattern over health, since it does not consider the complexity of interactions between nutrients in diet [11].

Diet quality indices are alternative tools to recognize dietary patterns as they provide an overview of diet in its entirety [11]. The main advantages of these indices are the possibility to assess the complexity of human diet and summarize it into a score, taking into account the dietary patterns, guidelines for healthy diet and food preparation methods [12]. However, most dietary indices were developed based on nutritional recommendations for adult populations and, consequently, are unable to accurately assess the diet quality among adolescents.

The Diet Quality Index for Adolescents (DQI-A) was designed and validated in a sample of 1804 European adolescents aged 12 to 17 years enrolled in the European Healthy Lifestyle Study for Adolescent Nutrition (HELENA) [10]. Recently, the DQI-A was adapted to better address the food culture of Brazilian adolescents resulting in the Diet Quality Index for Adolescents adapted for Brazilians (DQIA-BR) [13]. A previous study using the DQIA-BR indicated that the overall diet quality of Brazilian adolescents is inadequate in all regions of the country [13], which may negatively impact the youth health.

In the adult population, higher scores of diet quality are associated with better metabolic parameters [14], such as higher values of HDL cholesterol (HDL-c) [15] and lower levels of LDL cholesterol (LDL-c) [16] and fasting glucose [15]. Studies with adolescents have shown a positive association of overall diet quality with HDL-c [17-19] and an inverse association with total cholesterol [17, 18, 20, 21], LDL-c [17, 19-22], triglycerides [17, 19, 21, 23] and insulinemia [22, 24-26]; however, the association with fasting glucose remains unclear [17, 19, 21, 24]. The relationship between diet quality and metabolic profile among Brazilian adolescents has not been investigated in a nationally representative sample. In addition, the applicability of the DQIA-BR regarding health outcomes has not yet been assessed. Therefore, the aim of this study was to investigate the association between diet quality, assessed by the DQIA-BR, and cardiometabolic markers in Brazilian adolescents aged 12 to 17 years.

Methods

Study design and sample

The Study of Cardiovascular Risks in Adolescents (ERICA) is a national school-based cross-sectional multicenter survey that aimed to estimate the prevalence of cardiovascular risk factors in Brazilian adolescents (aged 12 to 17 years old) enrolled in public and private schools. Data were collected between February 2013 and November 2014 in a representative sample of Brazilian municipalities with more than 100,000 inhabitants [27].

A written agreement to participate was obtained from each student, and an informed consent was signed by their parents or legal guardians. ERICA was approved by the Research Ethics Committee of the Institute of Studies on Public Health, Federal University of Rio de Janeiro and by the Ethics Committees of the other 26 federation units in Brazil.

For this study, we used data from Brazilian students who attended schools during the morning, including students in the integral or semi-integral system, because overnight fasting was mandatory before the blood sampling. A total of 36,956 adolescents who had complete data collection including questionnaires, anthropometric measurements, dietary intake assessment and biochemical evaluation were included in this study (Figure 1). Sample size calculation and sampling process details can be found in prior publications [27, 28].

Anthropometric measurements

All the anthropometric measurements were performed by trained researchers, following written standardized protocols [29]. During this evaluation, the adolescents were wearing light clothing and no shoes. Body weight was measured once using a digital scale (Líder, São Paulo, Brazil, Model P200M), with 200 Kg of capacity and 50 g of variation. Height was measured twice using a calibrated portable stadiometer (Altutexata, Minas Gerais, Brazil) with a precision of 0.1 cm. The weight and height measures were used to calculate the body mass index (BMI), defined as weight (Kg) divided by the square of height in meters (m²). The BMI categories were determined according to the WHO reference curves [30], considering the sex and age-specific cutoff points to classify adolescents with normal weight ($-2 < \text{BMI z-score} \leq 1$), overweight ($1 < \text{BMI z-score} \leq 2$) and obesity ($\text{BMI z-score} > 2$). Adolescents classified as underweight ($\text{BMI z-score} < -2$) were not included. Thereafter, overweight and obesity were combined into one category.

Assessment of cardiometabolic markers

The students were instructed to keep an overnight fast of 10-12 hours before the blood collection. A questionnaire was applied before the exam to confirm if the students had fasted. Fasting blood samples were collected for analyses of total cholesterol, HDL-c, triglycerides, glucose, glycated hemoglobin (HbA1c) and insulin. The LDL-c was estimated indirectly by the Friedewald equation [31]. The Homeostatic Model Assessment for Insulin Resistance (HOMA-IR) was obtained using the fasting glucose and insulin values and the pre-established formula: $\text{HOMA-IR} = (\text{insulin} \times \text{fasting glucose})/22.5$. All blood samples were analysed by a single laboratory following a standardized protocol [32].

Dietary intake assessment

To assess dietary intake, a 24-h dietary recall (24hR) was performed in a face-to-face interview by trained interviewers using the multiple pass method to reduce underreporting of food consumption [33]. To correct the within-person variability, a second 24hR was collected on a non-consecutive day in a random subsample of approximately 10% of the total sample [34]. The recalls were entered directly on a netbook in a software to register food consumption data, the ERICA-REC24h, which was created specifically for ERICA [35].

The ERICA-REC24h software contained a list of 1,626 food items using the database from the Brazilian Household Budgets Survey (POF) 2008-2009 [35, 36]. Photographs included in the software were used to help the adolescents to estimate the size of portions consumed. The

preparation and quantity of food consumed were also recorded in details. Food items that were not in the software database were entered by the researchers during the interview. Total energy intake was estimated considering the Brazilian Food Composition Table [37] and the Brazilian Portion Size Table [38]. Students who have reported energy intake <100 kcal/day were excluded from the analyses [39].

Diet Quality Index for Adolescents adapted for Brazilians (DQIA-BR)

The DQIA-BR [13] was adapted from the Diet Quality Index for Adolescents (DQI-A) [10] and is based on dietary guidelines developed specifically for adolescents [40, 41]. It was also adapted to the local needs, considering the Brazilian food culture and the information available on the ERICA's database. Estimates of usual food consumption, obtained from the second application of the 24hR, were considered for the calculation of the DQIA-BR [13]. All adaptations are fully described in a previous study [13]. This index and its components were calculated after the estimation of usual intake by NCI method, via SAS macros [34, 42].

The DQIA-BR classifies the food into recommended food groups and non-recommended food groups and evaluates daily diet throughout three dietary components (quality, diversity and equilibrium). Of all food groups, eight were recommended groups: (1) bread, potatoes and grains, (2) vegetables, (3) fruits, (4) milk products, (5) cheese, (6) meat, fish and eggs, (7) beans, (8) fats and oils, and two were non-recommended food groups: (9) snacks and candies and (10) sugared drinks, fruit juices and alcoholic beverages. For each food group, a different daily intake recommendation specifically developed for adolescents was provided. The description of these components and the technical aspects of the DQIA-BR were reported elsewhere [13].

The food groups were analyzed based on the three principal components and the components were differently weighted; the dietary quality had twice the weight of the other groups (diversity and equilibrium). The DQIA-BR total score varies from -33% to 100% and comprising by the means of the three components. A higher score represents higher diet quality.

Covariates

The following variables were considered as covariates: sex, age, skin color (white, black, brown and yellow/indigenous), type of school (public or private) and geographical area (Northeast, Southeast, North, South and Midwest). To assess economic status, an economic index, similar to the one that was implemented in Brazilian demographic census [43], was calculated, including

possession of specific goods and education of the head of household. This economic index was categorized in tertiles for the analyses.

Statistical analysis

Descriptive analyses were reported as means and confidence intervals (95% CI) for continuous variables and percentages for categorical variables. Fasting triglycerides and HOMA-IR were logarithmically transformed owing to their skewed distributions and presented as geometric means and 95% CI. To obtain population-representative findings, the ERICA's sample weights and complex sample design were considered in all analyses [28].

All estimates were stratified by sex and nutritional status, considering that the diet differs among adolescents with overweight/obesity and that this group also has higher values of all cardiometabolic parameters evaluated. Multiple linear regressions were used to analyze the association between the DQIA-BR and the cardiometabolic markers. The dependent variables were the cardiometabolic markers and the independent variable was the DQIA-BR. Adjusted models were constructed with two input levels of covariates. First model was adjusted for sex, age and socioeconomic status; in the second model, previous variables were kept in the model and total energy intake, physical activity and sedentary behavior were included. All adjustment variables were chosen according to the literature [17-26] and only the variables that obtained $p < 0.1$ in the crude analysis were included. There was no collinearity between the adjustment variables of both models.

All data analyses were conducted in Stata software (version 14.0, Stata Corporation, College Station, TX, USA). All tests were bi-caudal and a p-value below 0.05 was regarded as statistically significant.

Results

The study sample consisted of 36,956 adolescents (60% girls) and the mean age was 14.6 years. The baseline characteristics of the sample are shown in Table 1. Most of the participants have brown skin color, studied in public schools and were originally from the Northeast region. Overall, the prevalence of adolescents with overweight and obesity was 17.6% (95%CI: 17.2; 18.0) and 8.2% (95%CI: 7.9; 8.5), respectively. The mean total energy intake was 2,312 Kcal/day (95%CI: 2,300; 2,323), 2,156 Kcal/day (95%CI: 2,142; 2,171) among girls and 2,545 Kcal/day (95%CI:

2,526; 2,563) among boys. The DQIA-BR score ranged from 0.9% to 45.8% and the mean score was 16.8% (95%CI: 16.6; 17.0), higher among boys ($p < 0.001$).

Table 2 describes the values of cardiometabolic markers and DQIA-BR scores according to sex and the presence of overweight/obesity. Overall, adolescents with overweight/obesity had higher total cholesterol, LDL-c, fasting glucose and HOMA-IR than normal weight adolescents. This subsample also had lower values of HDL-c and diet quality than normal weight subjects.

While assessing the association between the DQIA-BR score and the cardiometabolic markers by weight status, DQIA-BR was positively associated with HDL-c and negatively associated with LDL-c, triglycerides, fasting glucose and HOMA-IR among normal weight girls in the sociodemographic-adjusted model (see table 3). All associations remained significant in the behavior-adjusted model. However, among girls with overweight/obesity, in the sociodemographic-adjusted model, DQIA-BR was positively associated with fasting glucose and HbA1c. After behavior adjustment, only HbA1c maintained the significant association.

Table 4 shows the association of DQIA-BR score with the cardiometabolic markers among boys by weight status. Among normal weight boys, DQIA-BR was negatively associated with total cholesterol and LDL-c in the sociodemographic-adjusted model. After behavior adjustment, only LDL-c was significantly associated. A similar pattern was observed among boys with overweight/obesity. In the sociodemographic-adjusted model, DQIA-BR was negatively associated with total cholesterol and LDL-c. Moreover, after behavior adjustment, both associations remained significant. For the other cardiometabolic markers, all the 95% CI overlap the unit among boys, independently of weight status.

Discussion

The present study investigated the association between DQIA-BR and cardiometabolic markers in a nationally representative sample of Brazilian adolescents. Among normal weight girls, higher scores of DQIA-BR were associated with better cardiometabolic profile, however no association was observed among those with overweight/obesity. Among boys, a better quality of diet was associated with lower concentrations of LDL-c, independently of the weight status, and with total cholesterol only among those with overweight/obesity.

In a previous study, we showed that Brazilian adolescents' diet quality is low and with small variation between groups with lower and higher scores of DQIA-BR [13]. In this context, to

identify associations between diet quality and metabolic parameters is difficult, especially in cross-sectional studies based on questionnaires that do not always produce accurate estimates, which can lead to misclassification. Changes in eating habits or dietary restrictions, both recurring behaviors among children and adolescents with overweight and obesity [6], can also impair the analyses, as they can potentially lead to reverse causality in these studies [44]. Another major difficulty is the estimation of dietary intake, as underreporting may occur when the information is forgotten or when adolescents avoid reporting foods considered unhealthy. Overestimating may also be present for some food items [45].

Despite that, in this study, a better quality of diet was associated with better cardiometabolic profile among normal weight girls, as well as lower LDL-c concentrations in boys. These observations are important if we consider that prospective studies suggest that cardiometabolic risk factors present in childhood and adolescence may persist into adulthood, increasing the risk for premature development of cardiovascular disease and type 2 diabetes [46, 47]. In addition, recent studies have observed that higher quality of diet is a protective factor for cardiometabolic alterations and cardiovascular disease among children and adolescents [48, 49]. Our findings are in line with these evidences and reinforce the idea that low-quality diet is an important modifiable risk factor for cardiometabolic abnormalities.

In our study, we also observed that normal weight girls had a better lipid profile as dietary quality scores increased. Among boys, this was observed even independently of weight status. This finding is consistent with other studies on young subjects that reported positive associations between dietary quality and HDL-c, and negative associations with other cardiometabolic risk factors, such as LDL-c, total cholesterol and triglycerides [17, 18, 20, 21]. However, no association was observed among girls with overweight/obesity. We speculate that null results can be partially explained by hormonal effects during puberty [50], differences in lipid accumulation between sexes [51], and even possible unknown lifestyle-related confounding factors [6, 52].

In relation to glucose metabolism markers, our findings among normal weight girls are consistent with previous studies, indicating that higher quality of diet are associated with lower values of fasting glucose, HbA1c and HOMA-IR in adolescents. In Chinese young population, healthy diets are associated with lower levels of fasting glucose [19]. Ambrosini et al., when assessing Australian adolescents, concluded that diet quality is negatively associated with fasting glucose and HOMA-IR, regardless of sex [24]. Although the literature constantly shows similar results among large adolescent populations, in our study, this pattern was observed only in a

specific portion of our sample, composed of girls with normal weight. Reverse causality may have attenuated this association among overweight/obese adolescents.

Another interesting result is about insulin resistance. Several studies show negative associations between diet quality and HOMA-IR [24-26], indicating that better eating patterns may reflect in lower chances of developing insulin resistance, independently of potential confounders, including sex, weight status, total energy intake and physical activity. In our study, the results indicate that higher quality diets are associated with better insulin sensibility among girls with normal weight; however, among girls with overweight/obesity, this effect was not observed. Studies have reported that hypercaloric diets, higher adiposity and sedentary behavior are significantly associated with insulin resistance in adolescents, especially among girls with overweight/obesity [53, 54]. In agreement with these studies, others suggest that low-calorie diets may be more beneficial than higher-quality diets to improve the metabolic profile of this specific population [54].

The unexpected results related to glucose metabolism and insulin resistance among girls with overweight/obesity are also important findings. The prevalence of insulin resistance and diabetes in children and adolescents is constantly increasing, and individuals with overweight and obesity are being more insulin resistant than those with normal weight [55]. Only few studies have investigated blood glucose variation among adolescent populations, but a possible explanation for our findings may be the pre- and post-pubertal hormonal changes. During puberty, metabolic changes occur rapidly and dynamically, such as hormonal regulation [50], variations in the proportion and distribution of body fat [56], and increased insulin resistance [57], especially among girls [45]. On the other hand, as mentioned above, common difficulties in assessing eating habits, such as underreporting and dietary modifications, should be considered, especially in this subsample.

We believe that our study adds to previous findings, showing that the effects of diet quality on the adolescent metabolism differ according to sex and weight status. Improvements in diet quality may contribute to decrease the risk of abnormal cardiometabolic risk factors among normal weight girls. In relation to girls with overweight/obesity, our null results should be interpreted with caution. The quality of diet may need to be combined with other dietary strategies to weight reduction in order to improve cardiometabolic profile in this population. Among boys, diet quality does seem to have a major influence on LDL-c concentration, but was not associated with other cardiometabolic markers. These findings differ from those reported by many authors [19, 24-26],

which suggest that diet quality is independently associated with better metabolic parameters. This reinforces the need of more studies on this issue among adolescents of different settings.

Limitations

Potential limitations of this study must be addressed. A cross-sectional study includes temporal bias. Some of the covariables analysed were self-reported, which may introduce reporting bias. Furthermore, a limitation of the food consumption assessment is that the information of only two days was obtained, and it may not reflect the individual's real habitual dietary intake. In addition, the accuracy of collected data using the 24hR may be influenced by reporting bias, as it depends on the individual's ability to remember everything that has been consumed in the last 24 hours. Also, the total score of DQIA-BR was low, which did not allow us to evaluate the effects of a very high quality diet on participants' metabolic profile. Finally, the association of this diet quality index with sensitive markers, such as inflammation and oxidative stress, was not investigated.

Strengths

The present study has several strengths. It includes a large, national representative and multiethnic sample of adolescents from a developing country in which diet patterns change a lot across the country. All the analyses were corrected for the complex sampling design, adjusted for several potential confounders, and split for sex and weight status. Moreover, DQIA-BR is a specific tool that assesses the global dietary pattern of Brazilian adolescents, taking into account the complexity of the human diet and the adherence to specific nutritional recommendations. In addition, all blood samples were analysed by standardized procedures in one central laboratory.

Conclusion

In conclusion, the available evidence suggests that the DQIA-BR is a suitable tool to evaluate the association between diet quality and cardiometabolic markers among adolescents. However, further investigation is necessary to explore the unexpected associations and to evaluate if increases in DQIA-BR scores may reflect in a better metabolic profile among this population, especially in the presence of overweight/obesity. In this context, specific regional variations of diet and dietary behaviors can be considered in combination with quality of diet for trying to better explain the role of quality of diet on metabolic health among adolescents.

Declarations

Funding

Brazilian Ministry of Health (Department of Science and Technology), Brazilian Ministry of Science and Technology (Financiadora de Estudos e Projetos [FINEP 01090421]), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq: 565037/2010-2, 405009/2012-7 and 457050/2013-6).

Conflicts of interest

The authors declare no conflict of interest.

Ethical standards

The study was approved by the appropriate ethics committee, and all procedures were performed in accordance with the ethical standards of the 1964 Declaration of Helsinki and its later amendments.

Availability of data and material

Not applicable.

Code availability

Not applicable.

Acknowledgements

Not applicable.

References

1. World Health Organization (2014) Global Status Report on Noncommunicable Diseases 2014. <https://www.who.int/nmh/publications/ncd-status-report-2014/en/> Accessed 11 January 2020
2. Malta D, França E, Abreu D et al (2017) Mortality due to noncommunicable diseases in Brazil, 1990 to 2015, according to estimates from the Global Burden of Disease study. *Sao Paulo Med J* 135:213-221. <https://doi.org/10.1590/1516-3180.2016.0330050117>
3. Juonala M, Juhola J, Magnussen CG et al (2011) Childhood environmental and genetic predictors of adulthood obesity: the cardiovascular risk in young Finns study. *J Clin Endocrinol Metab* 96:E1542-E9. <https://doi.org/10.1210/jc.2011-1243>
4. Jalayondeja C, Jalayondeja W, Mekhora K et al (2017) Break in Sedentary Behavior Reduces the Risk of Noncommunicable Diseases and Cardiometabolic Risk Factors among Workers in a Petroleum Company. *Int J Environ Res Public Health* 14(5). <https://doi.org/10.3390/ijerph14050501>
5. Oliveira JS, Barufaldi LA, Abreu GdA et al (2016) ERICA: use of screens and consumption of meals and snacks by Brazilian adolescents. *Rev Saude Publica* 50:7s. <https://doi.org/10.1590/S01518-8787.2016050006680>
6. Appannah G, Pot G, Huang R-C et al (2015) Identification of a dietary pattern associated with greater cardiometabolic risk in adolescence. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 25(7):643-650. <https://doi.org/10.1016/j.numecd.2015.04.007>
7. Sotos-Prieto M, Bhupathiraju SN, Mattei J et al (2017) Association of changes in diet quality with total and cause-specific mortality. *N Engl J Med* 377(2):143-153. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1613502>
8. Chakma JK, Gupta S (2017) Lifestyle practice and associated risk factors of noncommunicable diseases among the students of Delhi University. *Int J Health Allied Sci* 6(1):20.
9. Mellendick K, Shanahan L, Wideman L et al (2018) Diets rich in fruits and vegetables are associated with lower cardiovascular disease risk in adolescents. *Nutrients* 10(2):136. <https://doi.org/10.3390/nu10020136>
10. Vyncke K, Fernandez EC, Fajó-Pascual M et al (2013) Validation of the Diet Quality Index for Adolescents by comparison with biomarkers, nutrient and food intakes: the HELENA study. *Br J Nutr* 109(11):2067-2078. <https://doi.org/10.1017/S000711451200414X>
11. Marshall S, Burrows T, Collins CE (2014) Systematic review of diet quality indices and their associations with health-related outcomes in children and adolescents. *J Hum Nutr Diet* 27(6):577-598. <https://doi.org/10.1111/jhn.12208>
12. Toffano R, Hillesheim E, Mathias M et al (2018) Validation of the Brazilian Healthy Eating Index-Revised Using Biomarkers in Children and Adolescents. *Nutrients* 10(2):154. <https://doi.org/10.3390/nu10020154>
13. Ronca DB, Blume CA, Cureau FV et al (2019) Diet quality index for Brazilian adolescents: the ERICA study. *Eur J Nutr*. <https://doi.org/10.1007/s00394-019-01923-8>
14. Nicklas TA, O'Neil CE, Fulgoni III VL (2012) Diet quality is inversely related to cardiovascular risk factors in adults. *J Nutr* 142(12):2112-2118. <https://doi.org/10.3945/jn.112.164889>
15. Livingstone KM, McNaughton SA (2018) Association between diet quality, dietary patterns and cardiometabolic health in Australian adults: a cross-sectional study. *Nutr J* 17(1):19. <https://doi.org/10.1186/s12937-018-0326-1>
16. Wang Z, Siega-Riz AM, Gordon-Larsen P et al (2018) Diet quality and its association with type 2 diabetes and major cardiometabolic risk factors among adults in China. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 28(10):987-1001. <https://doi.org/10.1016/j.numecd.2018.06.012>

17. Dishchekenian VRM, Escrivão S, Meil MA et al (2011) Padrões alimentares de adolescentes obesos e diferentes repercussões metabólicas. *Rev Nutr* 24(1):17-29. <https://doi.org/10.1590/S1415-52732011000100002>
18. Ojeda-Rodriguez A, Zazpe I, Morell-Azanza L et al (2018) Improved Diet Quality and Nutrient Adequacy in Children and Adolescents with Abdominal Obesity after a Lifestyle Intervention. *Nutrients* 10(10):1500. <https://doi.org/10.3390/nu10101500>
19. Shang X, Li Y, Liu A et al (2012) Dietary pattern and its association with the prevalence of obesity and related cardiometabolic risk factors among Chinese children. *PloS One* 7(8):e43183. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0043183>
20. Mikkilä V, Räsänen L, Raitakari OT et al (2007) Major dietary patterns and cardiovascular risk factors from childhood to adulthood: The Cardiovascular Risk in Young Finns Study. *Br J Nutr* 98(1):218-225. <https://doi.org/10.1017/S0007114507691831>
21. Ramos JM (2010) Índice de qualidade da dieta e indicadores do estado nutricional de adolescentes assistidos no Programa Médico de Família em Niterói-RJ: Projeto Camélia. Dissertation, Federal Fluminense University
22. Damsgaard CT, Biloft-Jensen A, Tetens I et al (2017) Whole-grain intake, reflected by dietary records and biomarkers, is inversely associated with circulating insulin and other cardiometabolic markers in 8-to 11-year-old children. *J Nutr* 147(5):816-824. <https://doi.org/10.3945/jn.116.244624>
23. Mehrabi Y, Hosseini-Esfahani F (2013) Diet quality and its relationship with metabolic syndrome in adolescents: Tehran Lipid and Glucose Study. *Iranian Journal of Endocrinology and Metabolism* 15(1):3-13
24. Ambrosini GL, Huang R-C, Mori TA et al (2010) Dietary patterns and markers for the metabolic syndrome in Australian adolescents. *Nutr Metab Cardiovas Dis* 20(4):274-283. <https://doi.org/10.1016/j.numecd.2009.03.024>
25. Karatzi K, Moschonis G, Barouti A-A et al (2014) Dietary patterns and breakfast consumption in relation to insulin resistance in children: The Healthy Growth Study. *Public Health Nutr* 17(12):2790-2797. <https://doi.org/10.1017/S1368980013003327>
26. Romero-Polvo A, Denova-Gutiérrez E, Rivera-Paredes B et al (2012) Association between dietary patterns and insulin resistance in Mexican children and adolescents. *Ann Nutr Metab* 61(2):142-150. <https://doi.org/10.1159/000341493>
27. Bloch KV, Szklo M, Kuschnir MCC et al (2015) The Study of Cardiovascular Risk in Adolescents—ERICA: rationale, design and sample characteristics of a national survey examining cardiovascular risk factor profile in Brazilian adolescents. *BMC Public Health* 15(1):94. <https://doi.org/10.1186/s12889-015-1442-x>
28. Vasconcellos MTL, Silva PLN, Szklo M et al (2015) Sampling design for the Study of Cardiovascular Risks in Adolescents (ERICA). *Cad Saude Publica* 31:921-930. <https://doi.org/10.1590/0102-311X00043214>
29. Lohmann TG, Roche AF, Martorell R (1988) Anthropometric standardization reference manual. Human Kinetics Books, Michigan
30. World Health Organization (2007) Growth reference data for 5-19 years. www.who.int/growthref/who2007_bmi_for_age/en/index.html Accessed 11 January 2020
31. Friedewald WT, Levy RI, Fredrickson DS (1972) Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. *Clin Chem* 18(6):499-502.
32. Cureau FV, Bloch KV, Henz A et al (2017) Challenges for conducting blood collection and biochemical analysis in a large multicenter school-based study with adolescents: lessons from ERICA in Brazil. *Cad Saude Publica* 33:e00122816. <https://doi.org/10.1590/0102-311X00122816>

33. Conway JM, Ingwersen LA, Vinyard BT et al (2003) Effectiveness of the US Department of Agriculture 5-step multiple-pass method in assessing food intake in obese and nonobese women. *The Am J Clin Nutr* 77(5):1171-1178. <https://doi.org/10.1093/ajcn/77.5.1171>
34. Freedman LS, Guenther PM, Dodd KW et al (2009) The population distribution of ratios of usual intakes of dietary components that are consumed every day can be estimated from repeated 24-hour recalls. *J Nutr* 140(1):111-6. <https://doi.org/10.3945/jn.109.110254>
35. Barufaldi LA, Abreu GA, Veiga GV et al (2016) Software to record 24-hour food recall: application in the Study of Cardiovascular Risks in Adolescents. *Rev Bras de Epidemiol* 19(2):464-468. <https://doi.org/10.1590/1980-5497201600020020>
36. Souza AM, Pereira RA, Yokoo EM et al (2013) Most consumed foods in Brazil: National Dietary Survey 2008-2009. *Rev Saude Publica* 47:190s-9s. <https://doi.org/10.1590/S0034-89102013000700005>
37. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2011) Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF), 2008–2009: tabela de composição nutricional dos alimentos consumidos no Brasil.
38. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2011) Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF), 2008–2009: tabela de medidas referidas para os alimentos consumidos no Brasil.
39. Silva TLN, Klein CH, Souza AM et al (2016) Response rate in the Study of Cardiovascular Risks in Adolescents–ERICA. *Rev Saude Publica* 50:3s. <https://doi.org/10.1590/S01518-8787.2016050006730>
40. Schildknechtstraat G, Vanhauwaert E (2012) De actieve voedingsdriehoek: een praktische voedings-en bewegingsbeweeggids https://www.ikhebeenvraag.be/mediastorage/FSDocument/233/actieve_voedingsdriehoek_maart_2012.pdf Accessed 11 January 2020
41. Clay W (1997) Preparation and use of food-based dietary guidelines. *Food Nutrition and Agriculture* 42-47.
42. Kipnis V, Midthune D, Buckman DW et al (2009) Modeling data with excess zeros and measurement error: application to evaluating relationships between episodically consumed foods and health outcomes. *Biometrics* 65(4):1003-1010. <https://doi.org/10.1111/j.1541-0420.2009.01223.x>
43. Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa (2013) Critério de classificação econômica Brasil <http://www.abep.org/criterio-brasil> Accessed 11 January 2020
44. Bielemann RM, Motta JVS, Minten GC (2015) Consumption of ultra-processed foods and their impact on the diet of young adults. *Rev Saude Publica* 49:28. <https://doi.org/10.1590/S0034-8910.2015049005572>
45. Rocha NP, Milagres LC, Longo GZ et al (2017) Association between dietary pattern and cardiometabolic risk in children and adolescents: a systematic review. *Jornal de Pediatria (Versão em Português)* 93(3):214-222. <https://doi.org/10.1016/j.jpedp.2017.02.015>
46. Kwiterovich PO (2008) Recognition and Management of Dyslipidemia in Children and Adolescents. *J Clin Endocrinol Metab* 93(11):4200-4209. <https://doi.org/10.1210/jc.2008-1270>
47. Pires A, Sena C, Seça R (2016) Dyslipidemia and cardiovascular changes in children. *Curr Opin Cardiol* 31(1):95-100. <https://doi.org/10.1097/hco.0000000000000249>
48. Petersen KS, Flock MR, Richter CK et al (2017) Healthy dietary patterns for preventing cardiometabolic disease: the role of plant-based foods and animal products. *Curr Dev Nutr* 1(12):cdn.117.001289. <https://doi.org/10.3945/cdn.117.001289>
49. Satija A, Bhupathiraju SN, Rimm EB et al (2016) Plant-based dietary patterns and incidence of type 2 diabetes in US men and women: results from three prospective cohort studies. *PLoS Medicine* 13(6):e1002039. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1002039>

50. Bau A-M, Ernert A, Krude H et al (2016) Hormonal regulatory mechanisms in obese children and adolescents after previous weight reduction with a lifestyle intervention: maintain-paediatric part-a RCT from 2009–15. *BMC Obesity* 3(1):29. <https://doi.org/10.1186/s40608-016-0110-8>
51. Eissa MA, Mihalopoulos NL, Holubkov R et al (2016) Changes in fasting lipids during puberty. *J Pediatr* 170:199-205. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2015.11.018>
52. Jessup A, Harrell JS (2005) The metabolic syndrome: look for it in children and adolescents, too! *Clin Diabetes* 23(1):26-32. <https://doi.org/10.2337/diaclin.23.1.26>
53. [Ling JC](#), [Mohamed MN](#), [Jalaludin MY](#) et al (2016) Determinants of High Fasting Insulin and Insulin Resistance Among Overweight/Obese Adolescents. *Sci Rep* 6:36270. <https://doi.org/10.1038/srep36270>
54. Armeno ML, Krochik A, Mazza CS (2011) Evaluation of two dietary treatments in obese hyperinsulinemic adolescents. *J Pediatr Endocrinol Metab* 24:9-10. <https://doi.org/10.1515/jpem.2011.291>
55. Levy-Marchal C, Arslanian S, Cutfield W et al (2010) Insulin resistance in children: consensus, perspective, and future directions. *J Clin Endocrinol Metab* 95(12):5189-5198. <https://doi.org/10.1210/jc.2010-1047>
56. Taylor RW, Grant AM, Williams SM et al (2010) Sex differences in regional body fat distribution from pre-to postpuberty. *Obesity* 18(7):1410-1416. <https://doi.org/10.1038/oby.2009.399>
57. Kelsey MM, Zeitler PS (2016) Insulin resistance of puberty. *Curr Diab Rep* 16(7):64. <https://doi.org/10.1007/s11892-016-0751-5>

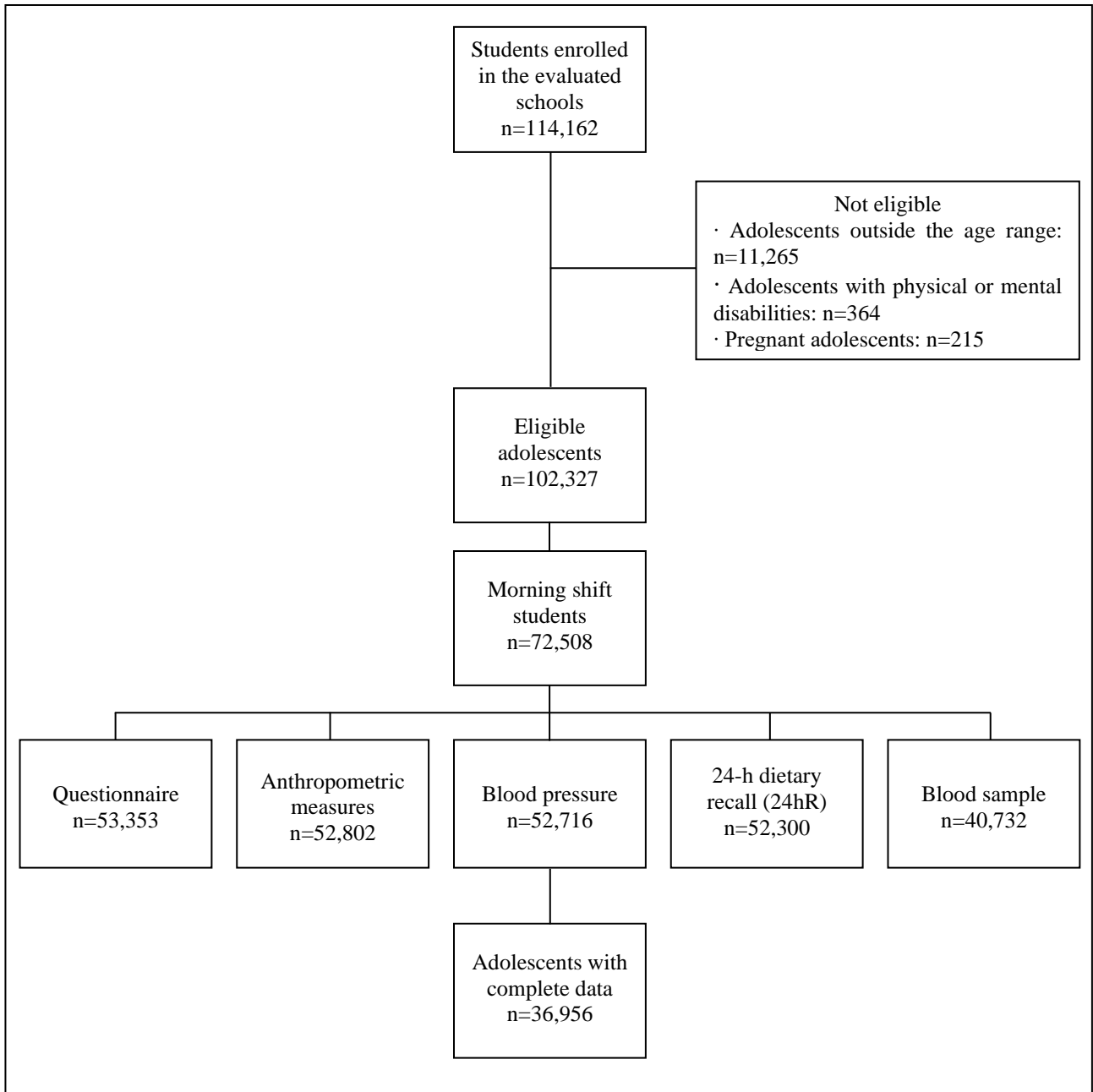


Figure 1. Flowchart of eligible adolescents. ERICA, 2013-2014.

Table 1. Characteristics of study participants. ERICA, 2013-2014.

Variables	All (n=36,956)	Girls (n=22,170)	Boys (n=14,786)
	Frequency or mean (95%CI)		
Age, years	14.7 (14.6; 14.7)	14.7 (14.7; 14.7)	14.6 (14.6; 14.6)
Skin color, %			
Brown	47.9 (46.2; 49.7)	49.5 (47.5; 51.5)	46.3 (44.0; 48.6)
White	39.8 (37.9; 41.7)	40.0 (37.7; 42.3)	39.6 (37.4; 41.8)
Black	7.7 (6.9; 8.5)	6.8 (5.9; 7.9)	8.5 (7.4; 9.7)
Other	4.7 (4.1; 5.3)	3.7 (3.2; 4.3)	5.6 (4.8; 6.6)
Type of school, %			
Public	77.7 (72.3; 82.3)	78.0 (72.5; 82.7)	77.4 (72.0; 82.0)
Private	22.3 (17.7; 27.7)	22.0 (17.3; 24.5)	22.7 (18.1; 28.0)
Geographical area, %			
Northeast	31.0 (30.5; 31.4)	31.1 (30.5; 31.7)	30.7 (30.0; 31.5)
Southeast	22.8 (22.4; 23.2)	23.2 (22.6; 23.7)	22.3 (21.6; 23.0)
North	19.1 (18.7; 19.5)	18.8 (18.3; 19.3)	19.5 (18.9; 20.1)
Midwest	14.6 (14.3; 15.0)	15.0 (11.6; 12.5)	14.1 (13.6; 14.7)
South	12.6 (12.2; 12.9)	12.0 (14.5; 15.4)	13.4 (12.8; 14.0)
Socioeconomic status (tertile), %			
First (lowest)	38.5 (36.6; 40.4)	42.8 (42.2; 43.5)	35.5 (34.8; 36.3)
Second	33.4 (32.1; 34.7)	31.2 (30.6; 31.8)	32.6 (31.9; 33.4)
Third	28.1 (26.6; 29.7)	26.0 (25.5; 26.6)	31.9 (31.1; 32.6)
Cardiometabolic markers			
Total cholesterol, mg/dL	148.2 (147.2; 149.2)	152.6 (151.3; 153.9)	143.8 (142.6; 145.0)
HDL-c, mg/dL	47.3 (46.7; 47.9)	49.6 (48.9; 50.3)	45.0 (44.4; 45.5)
LDL-c, mg/dL	86.3 (84.5; 86.1)	87.2 (86.3; 88.1)	83.5 (82.3; 84.6)
Triglycerides (log)*, mg/dL	71.4 (70.1; 72.6)	72.8 (71.5; 74.1)	70.0 (68.4; 71.5)
Fasting glucose, mg/dL	86.3 (85.9; 86.7)	85.1 (84.6; 85.6)	87.6 (87.1; 88.0)
HbA1c, %	5.4 (5.4; 5.4)	5.4 (5.3; 5.4)	5.4 (5.4; 5.4)
HOMA-IR (log)*	1.7 (1.6; 1.7)	1.8 (1.8; 1.9)	1.5 (1.5; 1.6)
Body Mass Index, Kg/m ²	21.4 (21.3; 21.6)	21.6 (21.4; 21.8)	21.2 (21.0; 21.4)
Physical activity, %	42.7 (42.2; 43.2)	29.6 (28.1; 31.1)	60.8 (58.9; 62.7)
Energy intake (kcal/day)	2312 (2300; 2323)	2156 (2142; 2171)	2545 (2526; 2563)
DQIA-BR	16.8 (16.6; 17.1)	14.9 (14.7; 15.1)	18.7 (18.4; 19.1)

HDL-c: high density lipoprotein; LDL-c: low density lipoprotein; HbA1c: glycated hemoglobin; HOMA-IR: homeostatic model assessment for insulin resistance; DQIA-BR: Diet Quality Index for Adolescents adapted for Brazilians.

*Triglycerides and HOMA-IR were log transformed and reported as geometric mean and 95%CI.

Table 2. Cardiometabolic markers and Diet Quality Index for Adolescents adapted for Brazilians (DQIA-BR) scores of study participants according to gender and the presence of overweight/obesity. ERICA 2013-2014. (n=36,956).

Variables	Girls (n=22,170)		Boys (n=14,786)	
	Normal weight (n=16,651)	Overweight/Obesity (n=5,519)	Normal weight (n=10,759)	Overweight/Obesity (n=4,027)
Mean (95%CI)				
Cardiometabolic markers				
Total cholesterol, mg/dL	151.8 (150.5; 153.2)	154.7 (152.2; 157.2)	141.5 (140.0; 143.0)	149.8 (147.9; 151.8)
HDL-c, mg/dL	50.8 (50.0; 51.6)	46.3 (45.7; 46.9)	46.0 (45.4; 46.7)	42.1 (41.5; 42.7)
LDL-c, mg/dL	85.8 (84.9; 86.6)	91.0 (88.9; 93.2)	81.3 (80.0; 82.6)	89.2 (87.4; 90.9)
Triglycerides (log)*, mg/dL	4.3 (4.2; 4.3)	4.4 (4.3; 4.4)	4.2 (4.2; 4.2)	4.4 (4.4; 4.5)
Fasting glucose, mg/dL	84.6 (84.1; 85.1)	86.4 (85.6; 87.3)	87.2 (86.7; 87.8)	88.4 (88.0; 88.9)
HbA1c, %	5.3 (5.3; 5.4)	5.4 (5.3; 5.4)	5.4 (5.4; 5.4)	5.4 (5.4; 5.4)
HOMA-IR (log)*	0.5 (0.4; 0.5)	0.9 (0.9; 1.0)	0.3 (0.2; 0.3)	0.8 (0.7; 0.8)
DQIA-BR	14.9 (14.7; 15.2)	14.7 (14.2; 15.1)	19.0 (18.6; 19.5)	17.9 (17.5; 18.3)

HDL-c: high density lipoprotein; LDL-c: low density lipoprotein; HbA1c: glycated hemoglobin; HOMA-IR: homeostatic model assessment for insulin resistance; DQIA-BR: Diet Quality Index for Adolescents adapted for Brazilians.

*Triglycerides and HOMA-IR were log transformed and reported as geometric mean and 95%CI.

Table 3. Association between Diet Quality Index for Adolescents adapted for Brazilians (DQIA-BR) and cardiometabolic markers of cardiovascular and diabetes risk among girls according to the presence of overweight/obesity. ERICA 2013-2014. (n=22,170).

Cardiometabolic markers	Normal weight (n= 16,651)			Overweight/obesity (n=5,519)		
	β	95%CI	p	β	95%CI	p
Total cholesterol, mg/dL	-0.132	-0.268; 0.004	0.058	-0.068	-0.362; 0.226	0.651
HDL-c, mg/dL	0.097	0.039; 0.155	0.001	-0.078	-0.177; 0.020	0.118
LDL-c, mg/dL	-0.178	-0.283; -0.074	0.001	0.028	-0.215; 0.272	0.819
Triglycerides*, mg/dL	-0.003	-0.005; -0.001	0.003	-0.0002	-0.003; 0.003	0.919
Fasting glucose, mg/dL	-0.069	-0.114; -0.025	0.002	0.188	0.020; 0.356	0.029
HbA1c, %	-0.0007	-0.003; 0.001	0.493	0.005	0.001; 0.009	0.021
HOMA-IR*	-0.005	-0.008; -0.001	0.007	-0.001	-0.006; 0.004	0.714
<i>Model 1: adjusted for sex, age and socioeconomic status</i>						
Total cholesterol, mg/dL	-0.139	-0.280; 0.002	0.054	-0.059	-0.355; 0.236	0.696
HDL-c, mg/dL	0.088	0.027; 0.150	0.005	-0.075	-0.169; 0.020	0.123
LDL-c, mg/dL	-0.179	-0.285; -0.073	0.001	0.035	-0.210; 0.280	0.778
Triglycerides*, mg/dL	-0.003	-0.005; -0.001	0.007	-0.0003	-0.003; 0.003	0.868
Fasting glucose, mg/dL	-0.056	-0.101; -0.017	0.017	0.183	0.014; 0.353	0.034
HbA1c, %	-0.0004	-0.002; 0.002	0.726	0.005	0.001; 0.009	0.024
HOMA-IR*	-0.004	-0.008; -0.001	0.025	-0.001	-0.006; 0.004	0.675
<i>Model 2: adjusted for variables in model 1 plus total energy intake, physical activity and sedentary behavior</i>						
Total cholesterol, mg/dL	-0.149	-0.299; 0.001	0.052	-0.032	-0.369; 0.310	0.854
HDL-c, mg/dL	0.092	0.031; 0.153	0.003	-0.054	-0.150; 0.042	0.273
LDL-c, mg/dL	-0.189	-0.303; -0.077	0.001	0.026	-0.255; 0.307	0.857
Triglycerides*, mg/dL	-0.003	-0.005; -0.001	0.003	0.0003	-0.003; 0.004	0.869
Fasting glucose, mg/dL	-0.061	-0.106; -0.015	0.010	0.167	-0.012; 0.345	0.067
HbA1c, %	-0.0001	-0.002; 0.002	0.925	0.005	0.001; 0.009	0.024
HOMA-IR*	-0.004	-0.008; -0.001	0.021	-0.001	-0.006; 0.004	0.701

HDL-c: high density lipoprotein; LDL-c: low density lipoprotein; HbA1c: glycated hemoglobin; HOMA-IR: homeostatic model assessment for insulin resistance; DQIA-BR: Diet Quality Index for Adolescents adapted for Brazilians.

*Triglycerides and HOMA-IR were log transformed and reported as geometric mean and 95%CI.

Table 4. Association between Diet Quality Index for Adolescents adapted for Brazilians (DQIA-BR) and cardiometabolic markers of cardiovascular and diabetes risk among boys according to the presence of overweight/obesity. ERICA 2013-2014. ERICA 2013-2014. (n=14,786).

Cardiometabolic markers	Normal weight (n=10,759)			Overweight/obesity (n=4,027)		
	β	95%CI	p	β	95%CI	p
Total cholesterol, mg/dL	-0.184	-0.324; -0.044	0.010	-0.402	-0.697; -0.107	0.008
HDL-c, mg/dL	0.006	-0.107; 0.119	0.914	-0.044	-0.141; 0.054	0.380
LDL-c, mg/dL	-0.152	-0.271; -0.033	0.012	-0.276	-0.503; -0.049	0.017
Triglycerides*, mg/dL	-0.003	-0.006; -0.00003	0.048	-0.003	-0.008; 0.001	0.175
Fasting glucose, mg/dL	0.046	-0.050; 0.142	0.346	-0.052	-0.125; 0.022	0.169
HbA1c, %	0.002	-0.001; 0.004	0.194	-0.001	-0.003; 0.002	0.557
HOMA-IR*	0.002	-0.005; 0.009	0.531	-0.003	-0.009; 0.003	0.346
<i>Model 1: adjusted for sex, age and socioeconomic status</i>						
Total cholesterol, mg/dL	-0.158	-0.301; 0.015	0.030	-0.364	-0.645; -0.082	0.011
HDL-c, mg/dL	0.020	-0.093; 0.134	0.727	-0.024	-0.121; 0.073	0.625
LDL-c, mg/dL	-0.138	-0.253; -0.022	0.020	-0.257	-0.474; -0.039	0.021
Triglycerides*, mg/dL	-0.003	-0.006; -0.0003	0.033	-0.003	-0.008; 0.001	0.177
Fasting glucose, mg/dL	0.054	-0.047; 0.155	0.296	-0.045	-0.118; 0.027	0.220
HbA1c, %	0.002	-0.001; 0.004	0.141	-0.00002	-0.003; 0.002	0.987
HOMA-IR*	0.002	-0.004; 0.009	0.506	-0.002	-0.008; 0.004	0.478
<i>Model 2: adjusted for variables in model 1 plus total energy intake, physical activity and sedentary behavior</i>						
Total cholesterol, mg/dL	-0.110	-0.255; 0.034	0.134	-0.338	-0.611; -0.066	0.015
HDL-c, mg/dL	0.035	-0.075; 0.146	0.529	-0.037	-0.138; 0.063	0.466
LDL-c, mg/dL	-0.115	-0.224; 0.005	0.040	-0.227	-0.448; -0.005	0.045
Triglycerides*, mg/dL	-0.003	-0.006; 0.0004	0.089	-0.003	-0.007; 0.002	0.287
Fasting glucose, mg/dL	0.058	-0.039; 0.154	0.242	-0.064	-0.131; 0.003	0.060
HbA1c, %	0.002	-0.001; 0.004	0.199	0.0004	-0.002; 0.003	0.762
HOMA-IR*	0.003	-0.003; 0.009	0.334	-0.002	-0.009; 0.004	0.468

HDL-c: high density lipoprotein; LDL-c: low density lipoprotein; HbA1c: glycated hemoglobin; HOMA-IR: homeostatic model assessment for insulin resistance; DQIA-BR: Diet Quality Index for Adolescents adapted for Brazilians.

*Triglycerides and HOMA-IR were log transformed and reported as geometric mean and 95%CI.

CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS

Os resultados deste estudo sugerem que o IQDA-BR é uma ferramenta adequada para avaliar a associação entre qualidade da dieta e marcadores cardiometabólicos em adolescentes. Melhores escores de qualidade da dieta foram associados a um melhor perfil cardiometabólico entre as meninas com peso normal, e a menores concentrações de colesterol total e LDL-c em meninos, independente do estado nutricional. Este estudo também evidenciou que meninas com peso normal tendem a ter melhor perfil lipídico à medida que os escores de qualidade da dieta aumentam.

No entanto, a qualidade da dieta dos adolescentes brasileiros é baixa e com pequena variação entre os grupos com escores mais baixos e mais altos do IQDA-BR. Portanto, é necessária uma investigação mais aprofundada para avaliar se os aumentos na qualidade da dieta podem refletir em um melhor perfil metabólico. Além disso, novos estudos devem ser conduzidos a fim de explorar as associações inesperadas observadas nas análises dessa população.

Os pontos fortes deste estudo incluem a grande amostra nacional representativa e multiétnica de adolescentes de um país em desenvolvimento, a utilização do IQDA-BR que é uma ferramenta específica que avalia o padrão alimentar global de adolescentes brasileiros, levando em consideração a complexidade da dieta humana e a adesão a recomendações nutricionais específicas, e o ajuste das análises para vários fatores de confusão em potencial.

Por outro lado, algumas limitações também devem ser destacadas. Este é um estudo transversal que inclui viés temporal, e algumas das covariáveis analisadas foram autorreferidas, o que pode introduzir viés de relato. Além disso, para avaliação do consumo alimentar, as informações de apenas dois R24h foram obtidos e estas podem não refletir a real ingestão habitual do indivíduo. Além disso, a precisão dos dados coletados usando o R24h pode ser influenciada pelo viés de relato, pois depende da capacidade do indivíduo de se lembrar de tudo o que foi consumido nas últimas 24 horas.

A partir desta dissertação, novos estudos prospectivos, avaliando amostras nacionalmente representativas, e incluindo variações regionais específicas da dieta e comportamentos alimentares em

combinação com a qualidade da dieta e marcadores cardiometabólicos, são necessários para elucidar o entendimento da relação existente entre consumo alimentar e perfil metabólico entre a população adolescente. Adicionalmente, a avaliação do consumo alimentar deve ser analisada por maior tempo, para que a estimativa do real consumo alimentar seja mais precisa.